Aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut
der Justus Liebig-Universität Gießen

Jung-Pliozän und Alt-Pleistozän im Horloff-Graben (Wetterau)

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Adolf Janoschek
aus Wien

Gießen 1970

Aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut
der Justus Liebig-Universität Gießen

Jung-Pliozän und Alt-Pleistozän im Horloff-Graben (Wetterau)

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Adolf Janoschek
aus Wien

Gießen 1970

Dekan: Prof. Dr. G. Eder

I. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. Ing. H. D. Pflug

II. Berichterstatter: Priv.-Dozent Dr. W. Blind

Tag der mündlichen Prüfung: 15. 5. 1970

Vorwort

In den letzten Jahren sind neue große Tagebau-Aufschlüsse im Braunkohlenrevier des Horloffgrabens entstanden. Das ergab die Möglichkeit Kohlenlager und Deckgebirge in zusammenhängenden Profilflächen zu untersuchen und die Entwicklung im Abbaufortschritt zu verfolgen.

Das Deckgebirge verdient besondere Beachtung, weil es einen altpleistozänen Schichtverband enthält, der sich über einem schwachen Hiatus im Hangenden des Flözes entwickelt und Informationen über den Florenumbruch an der Tertiär-Quartär-Grenze zu liefern verspricht.

Diesem Altpleistozän wird im folgenden besonderes Augenmerk gewidmet. Allerdings ist über seine stratigraphische Stellung bisher nicht viel bekannt. Man weiß nur, daß das Braunkohlenflöz in seiner Masse wohl ins Oberpliozän gehört.

Glücklicherweise führen, wie sich gezeigt hat, die meisten Schichten des Deckgebirges genügend bezeichnende Sporen und Pollen, die ein fast lückenloses Bild der Florenentwicklung vermitteln. Auch die Kohle ist reich an Exinen, das haben unter anderem bereits die Untersuchungen von G. LESCHIK (1956) und H. GRUSCHKAU (1962) gezeigt. Ihre Ergebnisse werden zum Vergleich herangezogen. Ergänzend dazu habe ich im Tagebau Berstadt weitere Probenprofile dem Flöz entnommen. Diese sind nicht nur auf ihre Pollenführung untersucht, sondern auch mit anderen Methoden wie Remissionsmessungen und Aschegehalts-Bestimmungen bearbeitet worden. Ziel dieser Arbeit war, mehr Klarheit über die Genese der Lagerstätte zu gewinnen. Hierzu bestehen in der Literatur noch mehrere Streitfragen. Die dem Deckgebirge entnommenen Profile stammen ebenfalls aus dem Tagebau Berstadt. In einigen der Deckschichten fanden sich tierische Fossilien. Ihre Aussagen ergänzen die Ergebnisse der Pollenanalysen.

Meinem verehrten Lehrer, Prof. Dr. R. Weyl, möchte ich für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes, sowie für die Förderung der Arbeit herzlich danken.

Die Anregung zu dieser Arbeit gab mein verehrter Lehrer, Prof. Dr. Dr. Ing. H. D. Pflug. Für seine Hilfe und sein Interesse sei ihm herzlichst gedankt.

Für ihre Unterstützung und ihr freundliches Entgegenkommen bin ich verpflichtet, den Herren der Preußischen Elektrizitäts-AG, Abt. Wölfersheim, meinen besonderen Dank auszusprechen. Ohne ihre Hilfe wäre die Durchführung der Arbeit nicht möglich gewesen.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
A.	Bisherige Kenntnisse und offene Fragen	1
	1. Zur Entstehung des Horloffgrabens und zur Stratigraphie der Grabenfüllung	1
	2. Zur Entstehung des Braunkohlenlagers	3
B.	Kartierung des Braunkohlenlagers	7
	1. Frühere Arbeiten	7
	2. Unterlagen	9
	3. Die Profilschnitte	11
	4. Kohlenbasis-Karte und Mächtigkeits-Karte	15
	5. Tektonik	16
C.	Labor-Techniken	18
	1. Pollenanalysen	18
	2. Remissionsmessungen	19
	3. Asche-Bestimmungen	20
D.	Probenentnahme	21
E.	Das Richtprofil	22
	1. Beschreibung	22
	2. Pollendiagramm	24
	3. Ostrakoden-Funde	26
F.	Stratigraphische Einstufung des Richtprofils	28
	1. Allgemeines	28
	2. Vergleichs-Vorkommen des Reuver	30
	3. Vergleichs-Vorkommen des Prätegelen	35

Seite

4. Vergleichs-Vorkommen des Tegelen 36

5. Vergleichs-Vorkommen des Eburon, Waal und Menapien 39

6. Geographisch bedingte Unterschiede der Diagramme 40

7. Faziesunterschiede der Diagramme 42

8. Ergebnisse des Vergleichs 43

G. Feinstratigraphische Gliederung des Braunkohlenlagers 44

1. Kohlentypen und Pflanzenvereine 44

2. Möglichkeiten der feinstratigraphischen Gliederung 48

H. Zusammenfassung 49

I. Literaturverzeichnis 52

Anhang

UNIV. LEIDEN BIBL.

A. Bisherige Kenntnisse und offene Fragen

1. Zur Entstehung des Horloffgrabens und zur Stratigraphie der Grabenfüllung

Der Zeitpunkt des Grabeneinbruchs wird von den Autoren unterschiedlich datiert. O. DIEHL (1930) und F. KIRCHHEIMER (1934) legen ihn an die Wende vom Unter- zum Oberpliozän, E. SCHENK (1957) möchte die Hauptphase in vorbasaltischer Zeit sehen, E. SCHÖNHALS (1936) hält die Hauptbewegungen für postpliozän.

Auch über die Ursachen der Grabenbildung herrscht keine Einigkeit. Einerseits hat man versucht, sie auf den Einsturz von Auslaugungshohlräumen zurückzuführen, wie sie in den unterirdischen Salzlagern des Zechsteins zu vermuten sind (C. KÖBRICH 1933 und F. KIRCHHEIMER 1934). Andererseits könnten die Absenkungen gut im ursächlichen Zusammenhang mit dem vulkanischen Geschehen im nahen Vogelsberg-Gebiet stehen, denn diese Vorgänge waren sicherlich mit erheblichen Magmen-Wanderungen im Untergrund verknüpft. Nicht übersehen darf man aber auch, daß der Horloffgraben im Störungsstreifen der Mittelmeer-Mjösen-Zone liegt.

E. SCHENK (1953) hat an den Grabenrändern ausgedehnte tektonische Störungszonen auskartiert, an denen, wie er glaubt, Grabenschollen in die Tiefe abgekippt sind. Sicher ist, daß der Graben in seiner heutigen Form nicht in einem einmaligen kurzfristigen Akt geformt worden ist, sondern das Produkt mehrerer von Ruhe-Intervallen unterbrochener Prozesse darstellt. Mit Sicherheit sind einige der Vorgänge ins Oberpliozän, andere jüngere ins Quartär zu datieren. Das lassen die bisher veröffentlichten einschlägigen Arbeiten klar erkennen (O. DIEHL 1930, C. KÖBRICH 1933, F. KIRCHHEIMER 1934, E. SCHÖNHALS 1936, E. SCHENK 1955 und 1957).

Von der Grabenfüllung ist folgendes bekannt: Im Tiefsten sind, soweit man bisher unterrichtet ist, Tone mit Geröllen eingebettet, die wohl vorwiegend aus Basaltzersatz stammen. Diese Schichten sind mit den überlagernden Braunkohlenschichten konkordant verbunden. Die ausgedehnten Wirbeltier-Vorkommen, die man aus dem Liegenden der Kohle geborgen hat, zeigen oberpliozänes Alter an. Folglich gehören die Basisschichten zumindest in ihrem höheren Abschnitt zum Oberpliozän (H. TOBIEN 1953). Wo man das Liegende der Tone erreicht hat, setzt sich dieses aus tiefgründig verwittertem Basalt zusammen (W. SCHOTTLER 1918). Dieser kann tief-pliozänen oder auch prä-pliozänen Alters sein.

Das Alter des Braunkohlenlagers ist durch Pollenanalysen gesichert. Bestimmte wärmeliebende Elemente, wie sie nach dem Pliozän aus Mitteleuropa verschwunden sind, treten in der Wetterauer Braunkohle in stellenweise noch beträchtlichen Mengen auf. Die Masse des Kohlenlagers muß demnach der Reuver-Stufe zugerechnet werden (G. LESCHIK 1956, H. GRUSCHKAU 1962).

Über die Stratigraphie der Deckschichten gibt es nur wenig gesicherte Ergebnisse. Die Schichtenfolge kann nun in den neuen Tagebauen genau studiert werden. Hier wird das Flöz überall von einem rötlich gefärbten Ton, dem sog. Siderit-Ton überlagert. Seine Mächtigkeiten streuen zwischen wenigen Dezimetern und etwa 20 Metern. Uber dem Siderit-Ton lagern stellenweise Tone grünlicher, grauer, auch rötlicher Färbung. Sie können bis 40 m mächtig werden. Die Tone werden nach oben hin sandiger und schließen örtlich mit Kiesen und Schottern ab. Diesen Schichten liegt mächtiger Löß, Schwemmlöß und Lößlehm auf. Die Lößschichten und die überlagernden Torfe und Auelehme des Holozäns werden in dieser Arbeit nicht behandelt.

Vom Siderit-Ton im Hangenden des Flözes gibt es bereits pollenanalytische Untersuchungen. Von G. LESCHIK (1956)

stammt ein Pollendiagramm, das Kohlenflöz und hangenden Siderit-Ton umfaßt. Von besonderer Bedeutung erscheint ein Florenumbruch an der Oberkante des Flözes. Alle charakteristischen Reuver-Elemente sind im Siderit-Ton verschwunden. Das Florenbild des Siderit-Tones hat altpleistozänen Charakter. Das Ergebnis steht im Gegensatz zu den älteren Arbeiten von O. DIEHL (1930), F. KIRCHHEIMER (1934) und E. SCHONHALS (1936), in denen die tonigen Hangendschichten ganz oder überwiegend ins Pliozän gestellt werden. Auch E. SCHENK glaubt in seinen älteren Arbeiten (z. B. 1953) an pliozänes Alter, erst in seiner letzten Arbeit (1956) zieht er pleistozänes Alter in Betracht. Allen diesen älteren Angaben fehlt es an glaubhaften Argumenten, außer den LESCHIK'schen Pollenanalysen gibt es keine verläßlichen stratigraphischen Anhaltspunkte.

Noch ungeklärt ist die Natur des Siderit-Tones. Nach E. SCHENK (1953) enthält er Tufflagen. Bezeichnend sind Anreicherungen von Sideritknollen, O. DIEHL (1930) hat sie bereits beschrieben. Über ihre Entstehung ist viel diskutiert worden. Funde von Süßwasser-Mollusken sind seit W. WENZ (1921) bekannt. Ihre paläontologische und stratigraphische Bearbeitung steht noch aus.

Im Jahre 1967 ist in den bunten Tonen das Gebiß eines Elefanten gefunden worden. Die Reste werden zur Zeit noch von H. TOBIEN, Mainz untersucht. Sehr wahrscheinlich gehören sie zu Elephas meridionalis (NESTI). Altpleistozänes Alter ist damit für die Fundschichten angezeigt.

2. Zur Entstehung des Braunkohlenlagers

Bereits R. LUDWIG (1858) hat erkannt, daß das Kohlenlager nicht eine homogene ungeschichtete Sedimentmasse darstellt, sondern sich aus einer Folge wohlgeschichteter Lagen zusammensetzt, die sich in Farbe und Konsistenz voneinander

unterscheiden. R. LUDWIG schloß bereits richtig, daß diese Unterschiede als Ergebnis wechselnder Bildungsbedingungen zu betrachten sind. F. KIRCHHEIMER (1934) und G. LESCHIK (1956) haben dann versucht die Entstehung der Kohlentypen aus den in ihnen enthaltenen Mikrofloren zu deuten. F. KIRCHHEIMER (1934) hat sich besonders mit den eigenartigen "Schwelkohlen" beschäftigt. Es handelt sich um geringmächtige der Hangendpartie des Hauptflözes eingeschaltete Schichten, die sich durch ihre helle Färbung, hohe Porosität und ihr geringes Gewicht von den Nachbarschichten abheben. F. KIRCHHEIMER (1934) hat sie als Exinit (Pollenkohle) gedeutet, da sich ihre Hauptmasse, wie er erkannte, aus Sporen und Pollen zusammensetzt. Pollenkohle entsteht nach F. KIRCHHEIMER's (1934) Auffassung infolge sekundärer Anreicherung bituminöser Bestandteile in einem Torf, der über den Grundwasserspiegel angehoben und den zersetzenden Einflüssen der Atmosphärilien ausgesetzt worden ist. Die Deutung wäre, wenn sie richtig ist, insofern von Bedeutung, weil sie Aussagen über den Absenkungsrhytmus des Untergrundes erlaubt. Gegen F. KIRCHHEIMER's (1934) Deutungen sind aber inzwischen Einwände erhoben worden. G. LESCHIK (1956) hält die Pollenkohle ganz im Gegensatz zu F. KIRCHHEIMER's (1934) Ansicht für eine subaquatische Bildung. Er deutet sie als Sediment einer "Wasserblüte", d. h. von Pollenstaub, der nach bekannten rezentem Beispiel zur Blütezeit die Oberfläche stehender Gewässer zentimeter-dick überzieht, nach wenigen Tagen aber auf den Grund absinkt.

Eine andere Streitfrage, die mehrfach zur Diskussion stand, ist die nach der Allochthonie oder Autochthonie der Kohle. Die meisten Autoren haben sich im Falle der Wetterauer Braunkohle für ein "sowohl als auch" oder "teils, teils" entschieden.(R. LUDWIG 1858, L. STORCH 1865, H. STREMME 1910, O. DIEHL 1930, F. KIRCHHEIMER 1934 und H. GRUSCHKAU 1962), andere glauben an eine ausschließlich allochthone Entstehungsweise (W. SCHOTTLER 1918 und E. SCHENK 1955, 1956).

Autochthone Entstehung vertritt G. LESCHIK (1956). Zu berücksichtigen ist, daß die Begriffe allochthon und autochthon nicht von allen Verfassern im gleichen Sinne gebraucht werden. Wenn man wie es korrekt ist, als allochthone Kohle nur eine solche Kohle bezeichnet, die sich heute nicht mehr an dem Ort befindet, wo sie im Torfstadium lagerte, dann dürfte es meinen Beobachtungen zufolge im Wetterauer Lager so gut wie keine allochthone Kohle geben (A. JANOSCHEK 1965).

Diskussionsstoff hat auch die Frage nach der ehemaligen Ausbreitung und Begrenzung des Braunkohlenlagers geliefert. Vielfach ist die Ansicht vertreten worden, das Braunkohlenmoor habe als geschlossener Körper größere Gebiete der Wetterau bedeckt (W. WENZ 1922) oder den Bereich des heutigen Horloffgrabens als ganzes ausgefüllt (F. KIRCHHEIMER 1934). Neuere Ergebnisse sprechen gegen solche Vorstellungen (A. JANOSCHEK 1965).

Viel Bedeutung haben die Deformationserscheinungen gefunden, wie sie stellenweise die Grabenfüllung, Deckgebirge wie Kohle in ungewöhnlicher Intensität betroffen haben (C. KÖBRICH 1932, O. DIEHL 1930, F. KIRCHHEIMER 1934, E. SCHONHALS 1936, E. SCHENK 1953, 1955 und 1964). Bei diesen Deformationen handelt es sich um faltenartige Einengungsformen, die stellenweise diapir-artigen Charakter annehmen. Die Frage, wieviele der Strukturen als Folge tektonischer Bewegungen an den Horloff-Verwerfungen aufzufassen sind und an wievielen periglaziale Vorgänge ursächlich beteiligt sind, ist verschieden beantwortet worden (F. KIRCHHEIMER 1934, E. SCHENK 1964).

Eine für den Bergbau wichtige Frage betrifft die Feinstratigraphie des Kohlenlagers. Im Gegensatz zu den großräumigen Vorkommen des Rheinlandes und Mitteldeutschlands zeigt sich in der Wetterau ein faziell buntes auf kurze Distanzen wechselndes Bild. Das Flöz ist reich an Tonzwischenmitteln, die

unvermittelt auftreten, sich aber auch bald wieder zerschlagen können. Stellenweise spaltet das Kohlenlager in Teilflöze auf oder verliert an Mächtigkeit, stellenweise wird es aschereich oder keilt lokal ganz aus. Unter- und Oberflözchen sind im Hangenden und Liegenden erbohrt worden. Alle diese Erscheinungen erschweren die geologische Korelation der Bohrprofile außerordentlich und damit auch die bergtechnischen Planungen. Hieraus folgt die Notwendigkeit einer feinstratigraphischen Gliederung des Lagerprofils mithilfe von Leitschichten, die sich über größere Entfernungen verfolgen lassen. Die Pollenanalyse hat sich dabei als wichtiges Hilfsmittel erwiesen. Zur Zeit der Grabenbildung scheinen sich einige klimatische Veränderungen vollzogen zu haben, deren Einfluß sich in den Florengesellschaften widerspiegelt. Sie liefern Zeitmarken, die sich in allen Bereichen des Ablagerungsraumes wiederfinden. Im Anschluß an Vorarbeiten von H. GRUSCHKAU (1962) und A. JANOSCHEK (1965) gelingt es heute, das Flöz in mehrere stratigraphische Abschnitte zu gliedern.

Eine besondere Erschwerung für die bergbauliche Nutzung stellen die wechselnden Aschegehalte der Braunkohle dar. Dem lebhaften Faziesswechsel entsprechend führt das Flöz aschereiche und aschearme Schichten im engen räumlichen Neben- und Übereinander. Zur Erkundung der vorzurichtenden Felder gehört die Aschegehaltsbestimmung aller Bohrproben. Oft bleibt aber fraglich, wieweit die Analysen-Ergebnisse eines Bohrpunktes sich auf die Umgebung beziehen lassen. Eine besondere Untersuchung galt deshalb den geologischen Voraussetzungen, nach denen die mineralischen Bestandteile im Braunkohlenlager verteilt sind. Hierbei konnte vorausgesetzt werden, daß diese überwiegend als Schwebefracht einströmender Wässer in das Becken gespült worden sind. Damit richtete sich das Augenmerk auf die Frage nach den Einzugsgebieten und Strömungsrichtungen der Gewässer

zur Braunkohlenzeit und nach den Hauptablagerungsbereichen der mitgeführten Trübe. Die weitergehende Frage betrifft die Beziehungen zwischen Aschegehalt und Pollenspektrum. Diesen Beziehungen liegt die Überlegung zugrunde, daß jede stärkere mineralische Zufuhr eine Eutrophierung des Moores bewirkt, was ein Vordringen nährstoffliebender Florenelemente zur Folge haben muß. Daß in Schichten hoher Aschegehalte die Anteile an Erlenpollen wachsen, ist bereits bekannt (A. JANOSCHEK 1965). Tatsächlich gehören Erlen zu den Charakterpflanzen nährstoffreicher Bruchwald-Fazies. Auch daß die sauren, hocholigotrophen Hochmoorstadien, gekennzeichnet durch Sphagnum, Pinus und Ericaceen, die relativ aschearme Flözpartien darstellen, ist bezeichnend für den genannten Zusammenhang.

B. Kartierung des Braunkohlenlagers

1. Frühere Arbeiten

Es gibt in der Literatur bereits mehrere Darstellungen des Horloffgrabens in Karten und Schnitten. F. KIRCHHEIMER hat 1934 ein NS-Profil des Westlagers gezeichnet, es gibt die Verhältnisse zwischen Wölfersheim und Weckesheim in stark vereinfachter Übersicht wieder.

Eine sehr detaillierte Darstellung lieferte F. KIRCHHEIMER (1934) in einem Profilschnitt durch den Tagebau Wölfersheim; er verläuft in SW-NE-Richtung. In beiden Profilen verzeichnet F. KIRCHHEIMER über der Kohle den Siderit-Ton. Über ihm folgen bunte Tone, die stellenweise Geröll- und Sandlagen enthalten. Torfablagerungen des Quartärs werden in beiden Profilen unterhalb des Lößlehms ausgemacht.

E. SCHENK (1955) hat eine Reihe von Übersichtsprofilen im Maßstab 1:25000 gezeichnet. Aber nur sein Profil durch das Braunkohlenlager zwischen Weckesheim und Heuchelheim hat den detaillierten Maßstab 1:1000. Eine große Zahl von Bohrungen und Untertageaufschlüssen liegt der Darstellung zugrunde. Sein Abschnitt B-C entspricht fast genau dem in meinem Profil 4 (Abb. 5) dargestellten Schnitt zwischen Weckesheim und Heuchelheim. E. SCHENK (1955) konnte in seinem Profil auch noch die Störungen einzeichnen, die er in Untertageaufschlüssen erkannt hatte.

In späteren Arbeiten hat E. SCHENK(1956 & 1957) drei weitere Profile veröffentlicht, die einen sehr genauen Einblick in die Schichtfolge und die Lagerungsverhältnisse der untersuchten Gebiete geben. Das eine Profil liegt NW Gettenau und verläuft NW-SE. Dort lagert das Kohlenflöz auf zersetztem Basalt. Uber der Kohle folgen verschiedenfarbige, zum Teil sandige, Tone. Lößlehm bildet den Abschluß der Schichtfolge. Mehrere Störungen, die E. SCHENK hier vermutet, zerlegen das Lager in Schollen. Das zweite Profil stammt ebenfalls aus diesem Gebiet, umfaßt aber nur einen kleinen Ausschnitt. Der Schichtaufbau ist ähnlich wie der im vorher genannten Profil.

Das dritte Profil verläuft als Querschnitt durch das Ostlager bei Trais-Horloff. Über der Kohle liegen Tone in teilweise sandiger Ausbildung, darüber folgt Lößlehm.

Uber Störungen und damit über die tektonischen Verhältnisse im Grabengebiet haben schon R. LUDWIG (1855) und E. DIEFFENBACH (1856) berichtet. C. KOBRICH (1932) erwähnt rheinisch streichende Störungen bei Trais-Horloff, F. KIRCHHEIMER (1934) erkennt solche im mittleren Grabenteil.

Am eingehendsten hat sich E. SCHENK mit den tektonischen Verhältnissen im Horloffgraben befaßt. In einer 1953 veröffentlichten Arbeit weist er darauf hin, daß die Flöze

tektonischen Störungszonen folgen. Als Hauptrichtungen der Störungen nennt er die rheinische, die erzgebirgische und die hercynische. Eine Störung größeren Ausmaßes verfolgte E. SCHENK im Kohlenlager zwischen Wölfersheim und Utphe.

1955 hat E. SCHENK die Tektonik des Lagers in Profilen dargestellt. Er zeigte hier, wie Verwerfungen mit der Genese des Lagers ursächlich verknüpft sind und wie sie in jüngeren Phasen der Unruhe das Lager deformiert haben.

In seiner Arbeit von 1956 zeichnet E. SCHENK eine Kohlenbasiskarte. Sie umfaßt aber nur einen kleinen Kartenausschnitt, E. SCHENK wollte an diesem Beispiel das Wechselspiel von Erosion und Sedimentation im Graben-Raum aufzeigen. Die Arbeit enthält außerdem ein schematisches Querprofil durch den Horloff-Graben. Dieses Profil bezieht sich aber nur auf den Nordteil des Grabens.

Die Arbeit E. SCHENK (1957) enthält Angaben über einige Tiefbohrungen im Horloffgraben und dessen Umgebung, sowie ein sehr detailliertes Querprofil des nördlichen Grabenteils, das den Mechanismus der Schollenbewegungen im Graben deutlich macht. Danach scheinen schon in vorbasaltischer Zeit Bewegungen im Grabenbereich stattgefunden zu haben, E. SCHENK lokalisiert solche Unruhen besonders im südlichen Grabenteil. Hier sind die vulkanischen Gesteine wesentlich mächtiger als im nördlichen Teil. Außerdem überlagern sie verschieden alte Schichten.

2. Unterlagen

Aus dem ungefähr 3000 Bohrungen umfassenden Bohrarchiv der Preußischen Elektrizitäts-AG, Abt. Wölfersheim wurden die etwa 850 vollständig rapportierten Bohrungen ausgewählt. Ein Teil dieser Bohrungen diente als Unterlage der Profil-

schnitte I, II, 2, 3, S, 4 und 5 durch den Horloffgraben (Abb. 2-5). Lage und Verlauf der Profile sind in Abb. 1 eingezeichnet. Zwei der Darstellungen sind Längsprofile (I und II) (Abb. 2 und 3), fünf sind Querprofile (2, 3, S, 4 und 5) (Abb. 4 und 5). Die Karte Abb. 1 zeigt überdies die Ausdehnung der bauwürdigen Kohlenlager nach dem Kenntnis-Stand vom Jahre 1967 (Markscheider-Büro der Preußischen Elektrizitäts AG, Abt. Wölfersheim). Die mit einer Schraffur versehene Linie habe ich zusätzlich eingezeichnet, sie entspricht etwa dem heutigen morphologischen Rand des Horloffgrabens.

Da die Bohrmeister-Angaben nicht immer eindeutig waren, habe ich die Schichtengliederung soweit vereinfacht, daß einzelne Irrtümer nicht ins Gewicht fallen können. So wurden unter der Bezeichnung "Kohlenton" alle Tone zusammengefaßt, die das Hauptbraunkohlenlager unterlagern oder ihm eingelagert sind. Als "Kohle" werden alle Schichten bezeichnet, in denen die organischen Bestandteile vorwiegen, gleichgültig, ob sie aschereich oder aschearm, ob sie bauwürdig sind oder nicht.

In den letzten Jahren hat man im Deckgebirge nach dem Spülverfahren gebohrt, diese neueren Bohrprotokolle geben daher wenig Aufschluß über die Gliederung des Deckgebirges. Demnach ist nach Möglichkeit der das Flöz unmittelbar überlagernde Siderit-Ton in der Darstellung ausgehalten worden, die Bohrmeister haben diese wegen ihrer roten und rotbraunen Farben auffällige Schicht meist protokolliert. Hier muß aber mit Irrtümern gerechnet werden, denn es kommt im Deckgebirge ein fast rotbrauner Lößlehm vor; auch andere Tone haben manchmal rötliche Farben.

Die übrigen Tone zwischen Kohle und Löß wurden zu einer Einheit zusammengefaßt, sie zeigen meist braune, grüne und blaue Farben. Auch die Löß-Sedimente wurden nicht

untergliedert. Die Grenze zwischen Tonen und Löß ist aus den Protokollen nicht immer genau zu entnehmen, meine Darstellung kann in dieser Beziehung stellenweise mit einem kleinen Fehler behaftet sein. Wo die Bohrmeister Sand, Kies oder Gerölleinlagerungen registriert haben, wurde das in den Profilen vermerkt.

Einige Straßen, Bahnen, Ortschaften, Gruben und Teiche wurden zur besseren Orientierung in den Darstellungen verzeichnet. Auch Kreuzungspunkte der Profile wurden vermerkt. Jede Bohrung ist mit einer Grundzahl gekennzeichnet, hinzu kommt eine Hochzahl, an der man Bohrungen gleicher Grundzahl unterscheiden kann. Die Hochzahl gibt das Jahr an, in dem die Bohrung niedergebracht worden ist.

3. Die Profilschnitte

Mit der Beschreibung der Profile soll am nördlichen Ende des Längsprofils I (Abb. 2) begonnen werden. In diesem Bereich keilt das westliche Kohlenlager aus. Südlich davon bis etwa zur Bahn Berstadt-Bellersheim erscheint es in mächtiger Ausbildung. Bemerkenswerterweise scheint der hangende Siderit-Ton hier fast völlig zu fehlen. Im Gebiet zwischen der Eisenbahnlinie und der Straße Berstadt-Wohnbach ist keine Kohle registriert worden. In den Bohrungen wurde in relativ geringer Tiefe Basalt angetroffen. Dieser Basalt hat offensichtlich einen Rücken im Braunkohlenmoor gebildet. Südlich der Straße Berstadt-Wohnbach, wo in den 60er-Jahren der Tagebau I angelegt war, ist das Kohlenlager wohl ausgebildet. Die Kohle wird hier fast überall von Siderit-Ton bedeckt. Das Profil endet an der Römerstraße.

Die Bohrungen, die über die Verhältnisse zwischen Römerstraße und Tagebauteich Wölfersheim Auskunft geben könnten,

sind im Krieg verloren gegangen. Das Profil aus dem Gebiet des Tagebauteiches ähnelt sehr dem des Tagebaues I. Vom Gebiet südlich des Teiches bis hin zur Straße Echzell-Melbach fehlen die Bohrprotokolle.

Zwischen der Straße Echzell-Melbach bis zur Grube Weckesheim erstreckt sich altes Bergbaugebiet. Im nördlichen Teil dieses Gebietes ist das Lager von mehreren Tonzwischenmitteln durchsetzt, im südlichen Teil wird das Flöz mächtig und tonfrei. Im gesamten Gebiet liegt über der Kohle, meist noch durch ein toniges Schichtglied getrennt, Siderit-Ton.

Im Bereich der Grube Weckesheim ist eine Verringerung der Flözmächtigkeit zu beobachten, aber südlich der Grube wird das Kohlenlager wieder mächtiger, hier nehmen allerdings auch die Tonzwischenmittel an Zahl und Mächtigkeit zu.

Unterhalb der Straße Reichelsheim nach Dorn-Assenheim ist keine Kohle erbohrt, sie erscheint im südlich anschließenden Gebiet wieder und hält durch bis dahin, wo das Längsprofil I am Rand des Horloffgrabens endet.

Längsprofil II (Abb. 3) durchschneidet das östliche Kohlenlager. Es ist im Gebiet von Trais-Horloff besonders mächtig ausgebildet und reicht vom unmittelbaren Nordrand des Horloffgrabens bis zur Straße Utphe-Unter-Widdersheim. Am nördlichen Ende des Profils sind zwei benachbarte Bohrprofile so unterschiedlich ausgebildet, daß eine Störung zwischen beiden vermutet werden muß. Möglicherweise handelt es sich hierbei um eine der Randstörungen des Horloffgrabens. In der nördlichsten Bohrung wurde in geringer Tiefe Basalt angetroffen. Weiter südlich davon haben Tiefbohrungen unter dem Hauptbraunkohlenlager weitere Kohlenlager erteuft, sie könnten vielleicht miozänen Alters sein. Der Basalt wurde hier nicht erreicht. Der Siderit-Ton fehlt im betrachteten Gebiet fast überall.

Im Bereich zwischen der Straße Utphe nach Unter-Widdersheim bis zur Straße Berstadt-Grund-Schwalheim erreicht das Profil den Rand des Lagers, die Kohlenflöze werden hier geringmächtiger und unregelmäßiger.

Südlich der Straße Berstadt nach Grund-Schwalheim wird das Lager wieder mächtiger. Der Siderit-Ton tritt hier wieder verbreiteter auf. Im Bereich der Grube Römerstraße nimmt die Mächtigkeit weiter zu. Das war der Anlaß für den intensiven Bergbau in diesem Gebiet. Siderit-Ton bildet hier durchweg das Hangende der Kohle.

Das Querprofil 2 (Abb. 4) setzt am Westrand des Horloffgrabens etwa im Gebiet unmittelbar südlich von Wohnbach ein, es durchschneidet dann das Feld des Tagebaues I im Westlager. Der Profilabschnitt bis zur Bahn Berstadt-Wölfersheim entspricht also einem Querprofil durch den Tagebau I. Wie ersichtlich wird hier überall die Kohle von Siderit-Ton überlagert.

Aus dem Bereich zwischen West- und Ostlager existieren keine Bohrungen, hier stütze ich mich auf die Angaben der Geologischen Karte, Blatt Hungen.

Das Profil 3 (Abb. 4) zeigt einen Querschnitt durch das hier sehr ausgedehnte Ostlager. Am Westrand des Profils wurde in geringer Tiefe Basalt erbohrt. Hierbei dürfte es sich um den Basaltrücken handeln, der West- und Ostlager trennt. Seine Ausdehnung kann von Berstadt bis hierher nachgewiesen werden.

Unterhalb der Straße nach Echzell ist ein mächtiges Kohlenlager erbohrt, es wurde früher von der Grube Römerstraße aus abgebaut.

Im östlichen Gebiet dünnt das Flöz allmählich aus, obwohl hier der heutige morphologische Rand des Horloffgrabens noch lange nicht erreicht ist. Dort, wo die Flöze aus-

keilen, wurde in geringer Tiefe ein Basaltrücken erbohrt, der wohl das Braunkohlenmoor begrenzt hat. Der Siderit-Ton ist nur stellenweise entwickelt.

Das Profil südlich davon (Abb. 4) verläuft nördlich von Weckesheim etwa bis in die Gegend von Gettenau, es durchschneidet das Feld der ehemaligen Grube Heuchelheim. Im mittleren Profilabschnitt sind die Abstände zwischen den Bohrungen so groß, daß die Korrelierung nicht sicher erscheint.

Im westlichen Bereich existiert ein gut ausgebildetes Kohlenlager. Siderit-Ton tritt hier fast überall auf.

Profil 4 (Abb. 5) erstreckt sich vom alten Dorheimer Bergwerk über Weckesheim und Heuchelheim bis fast zur Horloff. Im westlichen Bereich des Schnittes fehlt die Kohle fast völlig, nur einige geringmächtige Flöze sind stellenweise entwickelt.

Im mittleren Bereich ist der Tagebau II aufgeschlossen, die Kohle wird hier stellenweise sehr mächtig, sie ist meist von Siderit-Ton bedeckt.

Auch der östliche Profilabschnitt enthält ein mächtiges Kohlenflöz, es wurde erst in jüngster Zeit erbohrt und ist daher auf der Karte der Kohleverbreitung (Abb. 1) noch nicht verzeichnet. Das Lager kommt hier dem östlichen Grabenrand sehr nahe, es bleibt relativ mächtig.

Profil 5 (Abb. 5) verläuft über das ehemalige Bauernheimer Bergwerksgebiet, über Dorn-Assenheim bis nach Reichelsheim. Es durchschneidet das Lager dreimal. Im Bergwerksgebiet von Bauernheim sind nur geringmächtige Kohlenflöze entwickelt. Südwestlich von Dorn-Assenheim wird das Flöz mächtiger, jedoch enthält es viele Tonzwischenmittel. In den Kohlenfeldern nordöstlich Dorn-Assenheim und südwest-

Reichelsheim erscheinen die Flöze relativ mächtig und rein ausgebildet. Siderit-Ton tritt im Profil nur vereinzelt auf.

4. Kohlenbasis-Karte und Mächtigkeits-Karte

Für die Kohlenbasis-Karte (Abb. 6) wurden 850 Bohrungen ausgewertet. Von einigen Kohlenfeldern sind keine oder nur mehr wenige Bohrungen vorhanden, so daß an diesen Stellen die Flächen frei bleiben mußten. Die Höhen in m über NN wurden in jedes einzelne Kohlenfeld eingezeichnet.

Als Kohlenbasis gilt die Unterkante des Hauptflözes oder, wo mehrere Flöze vorhanden sind, die des tiefsten Unterflözes. Die in der Karte mit einer Schraffur versehene Linie kennzeichnet den morphologischen Rand des Horloffgrabens. Die Kohlenbasis-Karte gibt uns ein Bild von den plio-pleistozänen Senkungsvorgängen im Grabengebiet, d. h. über die Absenkungsbeträge, die Verbreitung, Umgrenzung und Gliederung der Teilbecken.

Der Nordteil des Grabens enthält demnach zwei langgestreckte Kohlenfelder, das sog. West- und das Ostlager. Das Westlager verläuft von der NW-Ecke des Grabens bis zum Tagebauteich von Wölfersheim. (Leider existieren die Bohrprotokolle vom Südteil dieses Feldes nicht mehr.) Das Ostlager erstreckt sich vom Tagebauteich Trais-Horloff bis zum Tagebauteich bei Wölfersheim, wo es sich mit dem Westlager vereinigt. Aus den Gebieten der beiden Teiche sind nur wenige Bohrungen vorhanden, so daß hier keine Höhenlinien gezogen werden konnten. Die Mitte des Grabens füllt ein geschlossenes Kohlenfeld, das aber keine wirtschaftliche Bedeutung hat, weil es zu geringmächtig ist.

Im Südteil des Grabens gibt es zwei Kohlenfelder von komplizierter Umgrenzung. Das nördliche verläuft über einen

Hauptast von Weckesheim nach Gettenau. Vom hier anschließenden Westfeld fehlen stellenweise, so z. B. in dessen nördlichem Teil, die Bohrunterlagen. Östlich von Heuchelheim scheint ein Ostfeld entwickelt zu sein, das jedoch noch nicht genügend erforscht ist.

Die Erstreckung des südlich angrenzenden Kohlengebietes ist ähnlich zergliedert wie die des nördlichen. Auch hier ist ein Hauptast vorhanden, er verläuft etwa von Dorn-Assenheim bis nach Reichelsheim. Ein westlicher Lagerteil steht möglicherweise im Gebiet der Ortschaft Weckesheim mit dem nördlichen Kohlenfeld in Zusammenhang. Das entsprechende Ostfeld hat wegen seiner geringen Flözmächtigkeiten keine wirtschaftliche Bedeutung.

Die Mächtigkeits-Karte Abb. 7 vermittelt ein Bild der Absenkungsprozesse, wie sie sich zur Reuver-Tegelen-Zeit im Horloffgraben abspielten, denn sie enthält die Gleichen der Sedimentsmächtigkeiten zwischen Kohlenunterkante und Lößunterkante. In der Karte konnten nur etwa 590 Bohrungen ausgewertet werden, denn in den neueren Bohrungen, bei denen das Deckgebirge im Spülbohr-Verfahren durchteuft wird, ist die Grenze Löß-Ton in den Protokollen nicht vermerkt.

5. Tektonik

Basalt oder seine Verwitterungsprodukte bilden, soweit man weiß, das Liegende der Grabenfüllung, sie setzen auch die Schwellen zusammen, die das Kohlenlager umgrenzen und zergliedern. Dieses Untergrundrelief kann nur durch tektonische Vorgänge verursacht worden sein, offensichtlich setzt sich die Grabensohle aus einem Mosaik von Schollen differenzierter Abwärtsbewegungen zusammen

(E. SCHENK 1953). Die Gebiete großer Reuver-Tegelen-Mächtigkeiten kennzeichnen Schollen kräftiger Senkungen.

Die Begrenzung und Gliederung der Schollen scheint älteren Strukturelementen zu folgen. Im wesentlichen scheinen sich hier zwei verschiedene Systeme auszuprägen. Erzgebirgisch streichende Linien scheinen sich vom tieferen varistischen Untergrund durchzupausen, rheinisch streichende Strukturen scheinen den Verlauf des mitteltertiären Meereskanals nachzuzeichnen, der das Mainzer Becken mit der niederhessischen Senke verband, also ein Teilstück der Mittelmeer-Mjösen-Zone bildet. Beonders deutlich ist die Interferenz beider Richtungen im Ostlager des nördlichen Grabenteils zu erkennen. Vom Tagebauteich bei Trais-Horloff bis etwa östlich Berstadt verlaufen die Flanken des Lagers in rheinischer Richtung, auf dem anschließenden Stück bis zum Tagebauteich Wölfersheim biegen sie in die erzgebirgische Richtung um.

Auch im Westlager ist die rheinische Richtung im Gebiet zwischen Tagebauteich Wölfersheim und Berstadt ausgeprägt. Nordöstlich davon dominieren erzgebirgische Linien. Im südlichen Grabenteil hat das nördliche der beiden großen Felder zwischen Weckesheim und Gettenau eine deutlich ausgeprägte erzgebirgisch streichende Begrenzung. Westlich davon nimmt ein hercynisch streichendes Strukturelement überhand.

Im südlichen angrenzenden Kohlenfeld sind erzgebirgisch streichende Feldesteile ebenfalls vorherrschend. Am deutlichsten wird dies im Lagerabschnitt zwischen Dorn-Assenheim und Reichelsheim. Ostlich und westlich davon befinden sich weitere erzgebirgisch begrenzte Teilfelder. Alle diese parallel verlaufenden Kohlenzüge erscheinen untereinander durch schmale und relativ geringmächtige Brücken verbunden.

Im Westen dieses Systems scheint sich ähnlich wie im nördlich anschließenden Feld eine hercynisch streichende Struktur auszuprägen.

C. Labor-Techniken

1. Pollenanalyse

Da die Pollenführung des Flözes im Tagebau Berstadt aus vorhergegangenen Untersuchungen bereits hinreichend bekannt war (A. JANOSCHEK 1965), galt nun das Hauptaugenmerk den Hangendschichten. In einer Profillinie wurden aus dem Siderit-Ton Proben in Abständen von 10 cm entnommen und aus den überlagernden bunten Tonen Proben in 20 cm Distanzen. Das ergab eine Summe von 80 Proben aus dem Siderit-Ton und von 45 Proben aus der überlagernden Folge. Es schien aber doch ratsam, eines Vergleiches wegen, das Entnahmeprofil nach unten in die Kohle fortzusetzen. In Anbetracht der bereits vorliegenden Ergebnisse erschien es hinreichend, aus jeder Schicht, wie sie sich dem Auge durch Farbe oder Struktur darbot, hier eine Probe zu nehmen.

Für die aschearmen Proben brachte ein einfaches Aufbereitungsverfahren gute Erfolge. Je 20 g des Materials wurden im Mörser zerkleinert, mit 250 ccm einer 7%igen Natronlauge übergossen und bei kleiner Flamme etwa 30 Minuten erhitzt. Anschließend wurde der Rückstand dreimal gewaschen, zentrifugiert und mit Glycerin aufgenommen. Die Glycerinaufschwemmung wurde dann zu mikroskopischen Präparaten verarbeitet.

Die tonigen Proben mußten durch Behandlung mit Flußsäure von ihren mineralischen Bestandteilen befreit werden. Wie sich zeigte, hatte sich das meiste Mineralische ge-

löst, nachdem die Probe mit 10%iger HF etwa 24 Stunden lang bei Raumtemperatur behandelt worden war. Die Lösung wurde durch dreimaliges Waschen entfernt. Letzte Rückstände von Silikat-Teilchen wurden dann mithilfe einer Schwereflüssigkeit abgetrennt, die aus einer wässrigen Lösung von Kaliumjodid und Cadmiumjodid hergestellt und auf eine Wichte von 2,0 eingestellt worden war. Der Mazerations-Rückstand wird in der Schwereflüssigkeit verrührt. Nach dem Zentrifugieren können die organischen Bestandteile von der Flüssigkeitsoberfläche abgenommen werden.

Eine nachfolgende Mazerationsbehandlung erwies sich für die Siderit-Tone als überflüssig, die Flußsäure hatte bereits die Exinen von anhaftender Matrix befreit. So brauchte der Rückstand nur noch ausgewaschen und zu Glycerin-Präparaten verarbeitet zu werden. Für die hangenden bunten Tone wurde die Behandlung etwas modifiziert. Wo nach der Flußsäure-Behandlung das Material nicht völlig zerfiel, wurde an Stelle der Flußsäure eine Wasserstoffsuperoxydlösung von 15% genommen. Auch diese Mazeration erfolgte über 24 Stunden bei Raumtemperatur.

2. Remissionsmessungen

Die Farbunterschiede der Braunkohlenschichten, wie sie bereits dem unbewaffneten Auge am Stoß auffallen, wurden bereits seit langem zur feinstratigraphischen Gliederung der Flözprofile, besonders zur Markierung und Verfolgung von Leithorizonten verwertet. Allerdings sind solche Definitionen nicht frei von subjektiven Fehlern. Man hat dann später die Farbbestimmungen ins Labor verlegt und Meßinstrumente eingesetzt, die das von der Probe diffus reflektierte Licht qualitativ und quantitativ analysieren, wie das optische Filterphotometer (H. JACOB 1955). Präzise,

genau reproduzierbare Meßwerte erhielt man erst mithilfe lichtelektrischer Remissionsphotometer (H.D. PFLUG 1957). Für die vorliegenden Untersuchungen stand der Bautyp Elrepho der Optischen Werke Carl Zeiß, Oberkochen, zur Verfügung.

Die Messung erfordert eine Zubereitung der Proben. Diese müssen lufttrocken sein. Das Material wird im Backenbrecher aufgemahlen und in Probenteller gefüllt. Die Gefäße haben einen Durchmesser von 45 mm und eine Höhe von 10 mm. Die Oberfläche des Gutes wird glatt gestrichen. Die Probenteller werden mithilfe eines Tellerhalters vor die Prüföffnung des Photometers geführt. Über Einzelheiten des Apparate-Aufbaus, des Meßverfahrens, der Genauigkeit usw. ist bereits öfters geschrieben worden (siehe z. B. Werksdruckschrift 50-660/II-d Gebrauchsanweisung).

Für die vorliegenden Untersuchungen hat sich die Ermittlung zweier Meßwerte je Probe als ausreichend erwiesen, sie betreffen die Remission im Rot und im Violett (siehe auch H.D. PFLUG 1957, 1962a, 1963a, 1963b, 1964a, 1964b). Remissionsmessungen sind gewöhnlich nur für Kohlenproben üblich. Versuchsweise habe ich die Messungen auf den Siderit-Ton ausgedehnt, hier aber nur mit rotem Filter gearbeitet, da die übrigen Spektralbereiche schwächere Kontraste zeigten.

3. Asche-Bestimmungen

Die gemahlenen Proben wurden 24 Stunden im Wärmeschrank bei 105° C getrocknet. Anschließend wurden wenige Gramm abgewogen und in Porzellantiegel gefüllt. Über dem Bunsenbrenner wurde das Material zwei Stunden lang geglüht. Der Rückstand wurde erneut eingewogen. Aus beiden Wäge-Ergebnissen kann so der Aschegehalt rechnerisch ermittelt werden.

Das Verfahren ist zwar nicht korrekt, entspricht aber dem in der bergmännischen Erkundungspraxis üblichen. Um eine Vergleichbarkeit mit bereits vorliegenden Analysen-Daten des Bergbaues zu erreichen, bin ich hier dieser Methode gefolgt.

D. Probenentnahme

Die Tagebau-Aufschlüsse, die Bohrprofile und die von verschiedenen Bearbeitern gelieferten Pollendiagramme (G. LESCHIK 1956, H. GRUSCHKAU 1962, A. JANOSCHEK 1965) haben die Unterlagen geliefert, aufgrund derer eine Rekonstruktion des Braunkohlenbeckens versucht werden soll.

Die eigenen Untersuchungen umfassen eine Serie von Profilen im Tagebau Berstadt-Wohnbach. Von den Entnahmepunkten am Westrand des Tagebaues ist bereits eine Lagekarte veröffentlicht worden (A. JANOSCHEK 1965). Neu ist die Entnahme eines Profils am Ostrand des Tagebaues nahe den Betriebsgebäuden. Dieses Entnahmeprofil erfaßt auch den Siderit-Ton. Ein weiteres Profil wurde bis zur Unterkante des Löß geführt. Dieses liegt in Höhe der Straße Berstadt-Wohnbach am Westrand des Tagebaues (Lageskizze Abb. 8). Beide Profile werden im folgenden zu einem sog. "Richtprofil" zusammengesetzt. In Abb. 9 sind die Proben-Entnahmestellen eingezeichnet, von denen Pollendiagramme anderer Bearbeiter vorliegen. Einige dieser Profile sind aber nur in wenigen Stichproben untersucht worden. Das geht aus folgender Tabelle hervor:

Tabelle 1

Bohrung 170		9
Bohrung 169		8
Bohrung 168		12
Bohrung 167		9
Bohrung 166	H. GRUSCHKAU (1962)	13
Bohrung 165		6
Bohrung 164		9
Bohrung 163		15
Tagebau Berstadt-Wohnbach		145
Schacht Römerstraße	G. LESCHIK (1956)	122
Wetterschacht Heuchelheim	H. GRUSCHKAU (1962)	61
Bohrung 427		31
Bohrung 429	G. LESCHIK (1956)	21

E. Das Richtprofil

1. Beschreibung

Die Profilsäule findet sich in Abb. 10 am linken Rand. Ihre Gesamtlänge umfaßt etwas über 25 m, sie ist in 145 Einzelproben geteilt, wobei 125 Proben auf das Deckgebirge und 20 Proben auf das Kohlenflöz entfallen.

Am Entnahmepunkt enthält das Kohlenlager relativ viel Einlagerungen höheren Aschegehaltes. Meist sind es Tone oder Kohlentone (in der Säule schraffiert). Ein aschereiches, hellgraues bis leuchtend weißes Band im Hangendabschnitt des Flözes läßt sich als Leitmarke über den ganzen Tagebau verfolgen. Es handelt sich um das diatomeenreiche Sediment eines nährstoffreichen Sees. Zwischen Flözoberkante und Siderit-Ton ist eine helle Lage eingeschaltet, die sich aus hellbraun gefärbter Kohle zusammensetzt. Sie wird im folgenden als Bleichhorizont be-

zeichnet. Möglicherweise stellt sie eine Stillstandsphase im Absenkungsrhytmus des Moorbeckens dar. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Sedimentationspause einen beträchtlichen Zeitabschnitt umfaßt hat, jedenfalls deutet die Intensität der Bleichung an, daß die Unterbrechung kein allzu kurzfristiger Akt war.

Der Siderit-Ton besteht aus einer nur undeutlich geschichteten Folge meist rötlichgrauer Tone. Hangend- und Liegend-Partien fallen durch etwas dunklere Farben auf. Die Verfärbungen sind wohl durch stärkere Gehalte von Manganerzen verursacht. Jedenfalls ist die schwarze Imprägnations-Matrix nicht brennbar. Von diesen schwarzen Substanzen zu unterscheiden ist ein dunkles Band im mittleren Abschnitt. Hier wird die Färbung durch organische Beimengungen verursacht. Stellenweise entwickelt sich aus der Schicht ein kleines aschereiches Oberflözchen. Im Siderit-Ton sind stellenweise Geröllhorizonte eingeschaltet. Die Gerölle setzen sich aus Basalt und Bauxit zusammen.

Daneben finden sich auch die sog. Sideritkonkretionen, die dem Ton ihren Namen gegeben haben. Ich habe einige Konkretionen in Dünnschliffen untersucht, von anderen sind Röntgen-Beugungs-Diagramme angefertigt worden (Herr Dr. Jullmann vom Mineralogischen Institut übernahm freunlicherweise die Durchführung). Das erschien notwendig, da in der Literatur die Knollen zwar oft erwähnt werden, nirgendwo aber von Analysen die Rede ist. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen aber, daß Siderit den Hauptbestandteil bestreitet.

Der Siderit-Ton geht nach oben ohne scharfe Grenze in die hangenden bunten Tone über. Im höheren Abschnitt enthält der Siderit-Ton grüne Flecken, deren Zahl und Größe hangendwärts wächst. Linsen und Schlieren dunkleren Materials schalten sich ein. Dieses entspricht der Matrix der über-

lagernden blaugrünen Tone. Offensichtlich bilden Siderit-Ton und die Hauptmasse der hangenden bunten Tone eine Einheit kontinuierlicher Sedimentation. Jedes Indiz eines größeren Hiatus, entsprechend dem Bleichhorizont im Flöz-hangenden fehlt jedenfalls.

Die bunten Tone setzen sich aus einer wohlgeschichteten Folge verschiedenfarbiger Bänke und Lagen zusammen. Grüne, graue und braune Farbtöne herrschen vor. Einige Geröll-lagen sind eingeschaltet. Die Fossil-Signaturen in Abb. 10 beziehen sich auf die Lagen mit Süßwassermollusken und mit Ostrakoden-Schalen. Im Richtprofil schließen die bunten Tone im Hangenden mit einer Erosions-Diskordanz ab. Darüber folgen Sande, an anderer Stelle auch Kiese und Schotter, die die Mächtigkeit von mehreren Metern erreichen können. An der Entnahmestelle ist über der Erosions-Diskordanz ein Kohleschmitzchen entwickelt, das aber keine Exinen geliefert hat. Vielleicht handelt es sich um ein Umlagerungs-produkt aus dem Hauptflöz.

2. Pollendiagramm (Abb. 10)

Die von H. SCHMERER (1968) durchgeführten Pollenanalysen, die den Abschnitt der bunten Tone erfassen, sind in Abb. 10 mitverwertet. Das Diagramm ist nach stratigraphischen Gesichtspunkten gegliedert. In Kolonne 1 sind die typi-schen Elemente des Oberpliozäns zusammengefaßt: Nyssa, Sequoia und Pinus-Formen der haploxylon-Gruppe.

Kolonne 2 enthält die für das Tegelen charakteristischen Tertiär-Relikte Pterocarya, Carya und Tsuga.

Elemente wie sie die wärmeren Phasen des Quartärs kenn-zeichnen, finden sich in Kolonne 3: Quercus, Tilia, Corylus, Carpinus, Fagus und Ulmus.

Demgegenüber umfaßt Kolonne 4 eine Reihe von Indikatoren kühlerer Zeiten, wie geflügelte Koniferen, Betula, Salix. Allerdings ist die klimatische Aussagekraft dieser Gruppen mit Vorsicht zu bewerten.

Kolonne 5 führt mit Sphagnum und Ericaceen typische Anzeiger ombrogener Bildungen.

Kolonne 6 enthält die Remissionsgrade der Schichten, ermittelt für den roten und den violetten Spektralbereich.

Es gibt keinen Zweifel, daß sich in den Diagrammen ein Klimagang widerspiegelt. Dieser scheint von zwei Einflüssen bestimmt zu sein. Die progressive Verarmung an wärmeliebenden Elementen zeigt den Umschlag des Klimas vom wärmeren Tertiär zum kühleren Pleistozän an. Diese Entwicklung vollzieht sich offensichtlich in rhytmischer Folge kühlerer und milderer Perioden, wie sie für das ganze Pleistozän charakteristisch sind.

Ein deutlicher Umbruch markiert sich an der Hangendgrenze des Flözes. Oberhalb des Bleichhorizontes sind drei wichtige Tertiärelemente, Sequoia, Nyssa und Pinus haploxylon verschwunden. Auch der Reichtum quercoider Formen, der im Flöz wahrscheinlich mehrere verschiedene Gattungen und Arten umfaßt, geht stark zurück. Oberhalb des Bleichhorizontes hat sich das Florenbild grundlegend gewandelt. Kiefern der silvestris-Gruppe spielen die Hauptrolle, Sphagnum und Ericaceen deuten auf ombrogene Anflüge wie sie für atlantisches Klima bezeichnend sind. Wichtiges Element der nährstoffreichen Bruchwald-Fazien ist die Erle.

In allen Diagramm-Kurven außer der von Sphagnum, und besonders deutlich in der Remissionskurve, drückt sich ein scharfer Umbruch zwischen Flözoberkante und Siderit-Ton

aus. Andererseits ist ein Klimagang auch im Flöz unverkennbar. Die Nyssa- und Sequoia-Gruppen scheinen ein Klimaoptimum in der Flözmitte anzudeuten, ihr frühzeitiges Verschwinden im Hangendabschnitt deutet auf eine Progressive Abkühlung in der letzten Flözbildungsphase.

Auf die relativ kühlere Zeit des Siderit-Tones erscheinen in den bunten Tonen wieder vermehrt wärmeliebendere Elemente. Es sind dies die charakteristischen Tertiärrelikte der Tegelen-Zeit Pterocarya, Carya und Tsuga (Kolonne 2) und die wärmeliebenden Vertreter des Quartärs (Quercus, Corylus, Fagus, Ulmus).

Im Diagramm scheinen sich also zwei Warmzeiten auszuprägen, von denen die untere, die des Flözes, Reuver-Charakter, die obere, die der bunten Tone, Tegelen-Charakter hat. Sie sind durch das kühlere Intervall der Siderit-Ton-Ablagerungen getrennt. Im Diagramm gibt es aber, das muß beachtet werden, zwei Lücken, die eine scheint durch den Bleichhorizont zwischen Kohle und Siderit-Ton vertreten zu sein, die andere betrifft einen pollenleeren etwa 3 m mächtigen Abschnitt (zwischen 19 und 22 m) in den bunten Tonen.

3. Die Ostrakoden-Funde

Zur Aufbereitung der Proben hat sich Wasserstoffsuperoxyd in 10%iger Lösung bewährt. Die vorzerkleinerten Proben wurden übergossen und über 24 Stunden bei Raumtemperatur mazeriert. Danach war das Material zu einem feinen siebfähigen Schlamm zerfallen. Zum Schlämmen wurden Siebe der Maschenweite 0,15 mm benützt, ausgelesen wurde unter der Binokular-Lupe.

Ostrakoden fanden sich in wechselnden Anteilen in verschiedenen Abschnitten des Richtprofils. Als reich erwiesen sich die Proben 5, 8, 14, 36 und 42; Proben 14 und 42 enthalten eine Fülle von Schalen in schillartigen Anreicherungen. Die große Zahl von Individuen verteilt sich auf relativ wenige Arten. Den größten Anteil nehmen juvenile Formen ein. Es konnten bestimmt werden:

Erpetocypris sp.
Cyclocypris sp. ?
Ilyocypris gibba
Ilyocypris bradyi ?
Candona neglecta
Candona angulata
Candona marchica

Von Erpetocypris fanden sich nur Schalenbruchstücke, die eine Artbestimmung nicht erlauben (siehe auch K. DIEBEL 1961). Übrigens tritt Erpetocypris sehr selten auf. Bei den Cyclocypris-Funden waren die Muskeleindrücke nicht gut zu erkennen. Die Bestimmung stützt sich nur auf die Form der Schale. Die Vertreter sind häufiger als Erpetocypris.

Vom Genus Ilyocypris war die Gattung gibba einwandfrei zu bestimmen. Es kommen höckerlose und höckertragende Ausbildungen vor. Die höckerlosen Vertreter sind von Ilyocypris bradyi kaum zu unterscheiden. Das Vorkommen von Ilyocypris bradyi kann also nur mit Vorbehalt genannt werden.

Die Hauptmasse der Schalen bestreitet die Gattung Candona mit den Arten Candona angulata und Candona neglecta. Seltener tritt Candona marchica auf.

Wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht unterscheiden sich die Proben in ihrem qualitativen wie in ihrem quantitativen Inhalt.

Tabelle 2

Schicht	Erpetocypris	Cyclocypris	Ilyocypris	Candona
42	selten	einige	häufig	sehr häufig
36				einige
14	selten	einige	häufig	sehr häufig
8				einige
5			einige	selten

So spärlich der Befund auch erscheinen mag, ein wichtiges Ergebnis zeichnet sich ab. Es betrifft das Auftreten der Ilyocypris-Arten, die als wärmeliebende Vertreter gelten. Sie finden sich in großer Zahl in Probe 14 und 42 und außerdem in Probe 5, dort aber nur in schwachen Anteilen. Diese Verteilung paßt gut zu den Florenbildern.

F. Stratigraphische Einstufung des Richtprofils

1. Allgemeines

Zur Florenentwicklung der Pliozän-Altpleistozän-Zeit gibt es zwar viel Literatur, die Arbeiten betreffen aber vorwiegend den holländischen Raum. Dort stehen mächtige Sedimente des Alt-Pleistozäns an, dort befinden sich auch die Typus-Lokalitäten der maßgebenden Pollendiagramme. Schließlich hat man dort kontinentale und marine Stratigraphie miteinander verbinden können. Auch vom Niederrhein, von Weilerswist und Morschenich (H. GREBE 1955), von Blonderath, Rickelrath und Bracht (U. REIN 1955), von Kuppenberg (G.v.d. BRELIE 1959) und von Obel (W.H. ZAGWIJN 1963) liegen Pollendiagramme jungpliozäner-altplei-

stozäner Sedimente vor. Gut bekannt ist das Plio-Pleistozän auch in Südeuropa, besonders von der Po-Ebene (F. LONA 1950 und F. LONA & M. FOLLIERI 1957) und von Griechenland (Ptolemais: H. WEYLAND, H.D. PFLUG & H. MÜLLER 1960, Almopias: J. MERCIER & J. SAUVAGE 1965). Aus dem geographisch dazwischen liegenden Gebiet existieren nur wenige Untersuchungen, u. a. die von Buchenau (G. LESCHIK 1951) und von Hünfeld (G. LESCHIK 1955). Beim Vergleich unserer Ergebnisse mit denen der entfernten nördlicheren und südlicheren Gebiete ist aber Vorsicht geboten.

Zum Alter des Wölfersheimer Hauptflözes kann man eine ganz eindeutige Feststellung treffen. Das Profil in seiner Gesamtheit muß ins Oberpliozän, in die Reuver-Stufe gehören. Alle typischen Reuverformen wie Nyssa, Taxodium, Sequoia, Liquidambar und Sciadopitys sind vertreten. Zumindest von Nyssa, Taxodium und Liquidambar gilt es als unbezweifelt, daß sie im Postpliozän aus dem mitteleuropäischen Raum verschwunden sind. Die Flora des Wetterauer Flözes ist mit den Reuvervorkommen der engeren und weiteren Umgebung, wie den holländischen Vorkommen, Sylt (R. WEYL, M. TEICHMÜLLER & U. REIN 1955), Hünfeld (G. LESCHIK 1955), Wallensen (A. ALTEHENGER 1960) und Rippersroda (D.H. MAI, J. MAJEWSKI & K.P. UNGER 1963) gut zu vergleichen.

Einige tertiäre Relikte reichen bis in die Tegelen-Stufe des Altpleistozäns. Hier sind vor allem Tsuga, Carya und Pterocarya zu nennen. Ob die im Mittelpleistozän von Leffe (F. LONA & M. FOLLIERI 1957) entdeckten Exinen von Tsuga und Carya primäre Bestandteile der zeitgenössischen Flora waren, ist sehr zu bezweifeln. Man möchte eher glauben, daß diese Funde sich auf sekundärer Lagerstätte befinden, also Umlagerungsprodukte aus älteren Gesteinen darstellen. Denn nach allen anderen Untersuchungen sind bis auf vereinzelte Tsuga-Funde alle tertiären Vertreter an der Basis des Mittelpleistozäns verschwunden (W.H. ZAGWIJN 1963). Da Carya und Tsuga bis in den Hangendabschnitt

der bunten Tone prozentbildend vorkommen, kann damit für unser Profil eine obere Grenze gesetzt werden. Das gesamte untersuchte Deckgebirgsprofil bis zum Löß-Schotter gehört ins Altpleistozän.

Schwieriger erscheint die Aufgabe, die Kalt- und Warmzyklen des Diagrammes mit den der beispielgebenden Profilen der Niederlande einzuordnen. Dort folgen im Altpleistozän zwei Warmzeiten übereinander, die Tegelen- und die Waal-Zeit, sie sind durch die kühle Eburon-Phase getrennt. Zwischen Tegelen und Reuver liegt das kühle Prätegelen, auch Brüggen-Kaltzeit genannt (F. FLORSCHUTZ & A.M.H. van SOMMEREN 1950). Im oberitalienischen Altpleistozän kennt man eine als Donau-Kaltzeit bezeichnete kühle Phase. Zweifelhaft ist noch, wie die holländischen und die oberitalienischen Diagramme zu korrelieren sind. Im folgenden sollen die Vorkommen, die zu einem Vergleich infrage kommen, kurz charakterisiert werden. Die europäischen Vergleichsprofile des Reuver, Prätegelen, Tegelen, Eburon, Waal und Günz sind auf der Karte Abb. 11 eingetragen. Die Verteilung der niederländischen Vorkommen ist in Abb. 12 nochmals vergrößert dargestellt.

2. Vergleichs-Vorkommen des Reuver

Im Roten Kliff und im Morsum Kliff auf Sylt (R. WEYL, M. TEICHMULLER & U. REIN 1955) erreichen die Reuver-Elemente hohe Werte, Sequoia ist im Diagramm vom Roten Kliff häufig. Die Tertiärrelikte und die wärmeliebenden Formen sind nur in geringerer Anzahl vertreten. Unter den indifferenten Formen herrscht lediglich der Pinus silvestris-Typ vor.

Eine plio-pleistozäne Schichtfolge vom Hansadock in Antwerpen (N. HACQUAERT 1960) enthält unten eine Pollenflora des Reuver, darüber eine Flora des Altpleistozäns. Reuver-Alter ist durch Sciadopitys, Taxodium, Sequoia und Pinus haploxylon belegt. Die wärmeliebenden Formen sind weniger häufig. Unter den indifferenten Formen herrscht Pinus vor.

In der Bohrung Eindhoven I ist Reuver durchörtert worden, dies beweist das Auftreten von Sequoia, Taxodium, Sciadopitys, Nyssa und Liquidambar in den Spektren (W.H. ZAGWIJN 1963). Die Tertiärrelikte sind nur in geringen Prozentsätzen vertreten. Die stärkste Gruppe bilden quartäre Formen, unter ihnen besonders Pinus.

F. FLORSCHUTZ & A.M.H. v. SOMMEREN (1950) haben drei Profile mit Reuver-Spektren aus dem niederländischen Raum veröffentlicht. Es sind dies die Vorkommen Icksberg, Swalmen und Budel. Alle führen die typischen Reuver-Elemente. Besonders im Profil Budel sind sehr hohe Prozentsätze von Nyssa und Sequoia enthalten. Etwa gleichstark ist der Anteil der sog. Tertiärrelikte. Die Hauptmasse bilden aber mehr oder weniger wärmeliebende bis indifferente Vertreter, unter ihnen herrschen Alnus und Pinus vor.

Ein 1953 von I. M. van der VLERK & F. FLORSCHUTZ bearbeitetes Reuver-Profil stammt aus der Tongrube Janssen-Dings bei Belfeld. Unter den Reuver-Elementen sind besonders Nyssa und Pinus haploxylon, unter den Tertiärrelikten Carya, Pterocarya und Tsuga vertreten. Die indifferenten Vertreter beherrschen den Hundertsatz, die wärmeliebenden Formen spielen nur eine untergeordnete Rolle.

In dem von W.H. ZAGWIJN (1959) beschriebenen Pollendiagramm des Meinweg-Profils gehört der untere Abschnitt dem Reuver an. Die Gruppe der Reuver-Elemente setzt sich aus Sequoia, Taxodium, Sciadopitys und Nyssa zusammen. In

großen Prozentsätzen sind Pinus, Alnus und Elemente des Eichenmischwaldes vertreten. Ein ähnliches Bild liefert das Reuver-Diagramm der Bohrung Susteren, nur ist Pinus hier noch stärker beteiligt. Zwei andere Vorkommen, Putte und Antwerpen, haben nur wenige Proben geliefert, sie lassen aber die Zugehörigkeit zum Reuver deutlich erkennen. Sie enthalten hohe Anteile von Taxodium und Sciadopitys. Pinus ist häufig.

Aus den Tonen der Tongrube Blonderath und vom Kuppenberg (Bl. Wegberg) hat U. REIN (1955) eine Reuver-Flora isoliert. Unter den Reuver-Elementen sind Nyssa und Taxodium stark vertreten, auch Sequoia und Sciadopitys kommen vor. Die Tertiär-Relikte erreichen das Quantum der Reuver-Elemente nicht ganz. Wärmeliebende Formen (mit viel Ulmen-Pollen) und die indifferenten Formen treten quantitativ zurück.

Reuver-Alter hat offenbar auch der Ton in den Kieseloolith-Schichten vom Swisterberg bei Weilerswist (Bl. Sechtem) in der Niederrheinischen Bucht (H. GREBE 1955). Das veröffentlichte Diagramm enthält nur die Kurven von Pinus, Alnus, Fagus und Taxodiaceen. Pinaceen-Pollen nimmt im oberen Teil des Profils deutlich zu. Auch Alnus hat im oberen Teil des Profils ein Maximum, Fagus ist charakteristisch für den mittleren Teil. Das Diagramm läßt einen Wechsel erkennen; Klimaschwankungen werden aber im Verlauf des Profils nicht deutlich. Die typischen Reuver-Elemente Sequoia, Nyssa, Pinus haploxylon u. a. sind im ganzen Profil vertreten.

A. ALTEHENGER (1958) gelang in den Reuver-Spektren der Braunkohle von Wallensen (Hils) durch eine besondere Methode der Nachweis von Klimaschwankungen. Er unterschied in seinem Diagramm drei Gruppen: die Gruppe der

Reuver-Elemente, die Gruppe der Tegelen-Elemente und die Gruppe der heute noch bei uns vorkommenden Elemente. Folgender Klima-Gang zeichnet sich ab: im unteren Teil scheinen relativ warme Bedingungen zu herrschen, den mittleren Abschnitt kennzeichnet eine merklich kühlere Phase, der obere Teil des Profils wechselt wieder in eine Warmphase um, hier werden sogar noch günstigere klimatische Verhältnisse indiziert als im unteren Profil-Teil.

Im Diagramm vom Eichenberg (S. CHANDA 1962) fallen die hohen Werte von Pinus silvestris und Picea auf. Die Tertiär-Elemente spielen nur eine untergeordnete Rolle. Auch die Tertiär-Relikte haben keine starke Verbreitung. Die wärmeliebenden und die indifferenten Formen erreichen, wenn man den Luftsack-Pollen nicht mitrechnet, etwa gleichhohe Anteilwerte, nur Fagus ist relativ stark vertreten.

Das Braunkohlenflöz von Kirchberg bei Hünfeld wurde von G. LESCHIK (1955) in das Reuver eingestuft. Für Reuver-Alter spricht das Auftreten der typischen Reuver-Elemente Sequoia, Zelkova, Sciadopitys und Taxodium. Auch Vertreter aus der Gruppe der Tertiärrelikte kommen reichlich vor. Die Hauptmasse des Spektrums bestreiten die wärmeliebenden und die indifferenten Formen. Innerhalb des Profils zeichnen sich keine Klima-Schwankungen ab.

Auch in dem von D.H. MAI, J. MAJEWSKI & K.P. UNGER (1963) veröffentlichten Reuver-Diagramm von Rippersroda I beherrschen die Luftsack-Pollen das Spektrum. Von der Gruppe der Tertiär-Elemente ist lediglich Sciadopitys vertreten. Auch die Gruppe der Tertiär-Relikte ist nur schwach vertreten. Der Rest des Hundertsatzes wird von den wärmeliebenden Formen eingenommen.

Pinus haploxylon ist charakteristisch für das von A. STACHURSKA, S. DYJOR & A. SADOWSKA (1967) beschriebene Pollendiagramm von Ruszow (Polen). Die Tertiär-Relikte haben kaum Bedeutung; von den wärmeliebenden Formen erreichen nur Quercus und Ulmus etwas höhere Prozentsätze. Fast 50 % des Hundertsatzes werden von Alnus bestritten. Pinus silvestris tritt dagegen untergeordnet auf.

In den Ledenice-Schichten (B. PACLTOVA 1963) sind alle typischen Reuver-Elemente, wenn zum Teil auch nur schwach vertreten. Nur Pinus haploxylon erreicht stärkere Anteile. Die Tertiär-Relikte haben keine stärkere Verbreitung. Unter den wärmeliebenden Formen sind Quercus und Ulmus die häufigsten. Pinus silvestris und Alnus beherrschen das Pollendiagramm.

Aus der Gegend von Beausemblant (Süd-Frankreich) stammen vier von R. BALLESIO, H. MEON-VILAIN & M.A. REYMOND (1967) veröffentlichte Pollendiagramme. In allen konnten die Tertiär-Elemente Pinus haploxylon, Taxodium, Nyssa und Liquidambar sowie Fagus nachgewiesen werden. Aus der Gruppe der Tertiär-Relikte sind Tsuga und die Juglandaceen vertreten. Die wärmeliebenden Formen erreichen nur geringere Anteile. Einen Großteil des Hundertsatzes bestreitet der Luftsackpollen, im geringen Maße kommt Alnus vor.

Das Reuver-Diagramm von Chanos Curson (Süd-Frankreich) enthält viel Pinus haploxylon, Taxodium und Fagus (M.A. REYMOND 1967). Von den Tertiär-Relikten tritt nur Tsuga auf. Die wärmeliebenden Formen treten kaum in Erscheinung. Die Hauptmasse der Pollen stellen die Koniferen Pinus silvestris und Picea.

A. PONS (1964) hat aus Süd-Frankreich drei Pollendiagramme beschrieben, in denen die Reuver-Elemente relativ häufig sind, unter ihnen besonders Pinus haploxylon und Taxodiaceen. Die Tertiär-Relikte dagegen erreichen bei weitem nicht die

Zahlen der Reuver-Elemente. Unter den wärmeliebenden Formen tritt besonders Quercus hervor. Pinus silvestris, zum Teil auch Picea, beherrschen die Gruppe der indifferenten Formen.

Im Reuver von Almopias (Griechenland) (I. MERCIER & I. SAUVAGE 1965) tritt neben den Tertiär-Elementen Fagus besonders häufig auf. Die Tertiär-Relikte und die wärmeliebenden Formen sind nur schwach vertreten. Als indifferenter Vertreter tritt lediglich Pinus silvestris stärker auf.

3. Vergleichs-Vorkommen des Prätegelen

Im Prätegelen der Tongrube Jannsen-Dings bei Belfeld kommt neben Pinus silvestris, Picea und Alnus auch Fagus sehr reichlich vor, die Tertiär-Relikte Tsuga, Pterocarya und Carya treten noch auf (I.M. v. d. VLERK & F. FLORSCHÜTZ 1953).

Im Gegensatz dazu weisen die von W.H. ZAGWIJN (1959) beschriebenen sog. Prätegelen-Diagramme von Susteren (752/72) und Meinweg (747/19) südlich Reuver, nur die Baumpollen Pinus silvestris, Picea und Alnus auf.

Im Prätegelen der Tongruben Jannsen-Dings bei Belfeld und Laumanns bei Bracht konnten die Tertiär-Relikte nachgewiesen werden (U. REIN 1955). Auch Fagus kommt vor. Unter den wärmeliebenden Formen ist Quercus häufig. Die indifferenten Formen werden durch Pinus silvestris, Picea, Betula und Alnus vertreten.

4. Vergleichs-Vorkommen des Tegelen

Das Tegelen, der bestuntersuchte Zeitabschnitt des Altpleistozäns, bietet eine große Zahl von Vergleichsprofilen.

Im Tegelen von Ludham (Norfolk) (R.G. WEST 1962) besteht die Gruppe der Tertiär-Relikte im wesentlichen nur aus Tsuga. Bei den wärmeliebenden Formen herrscht Quercus vor. Die indifferenten Formen, die fast 80% des Diagramms zusammensetzen, werden von Betula, Picea, Alnus und Pinus vertreten. Pinus ist so häufig wie alle drei anderen Formen zusammen.

In den drei Diagrammen Eindhoven I, Eindhoven II und Tongrube Russel-Tiglia-Egypte bei Tegelen sind die Tertiär-Relikte erstaunlich zahlreich (W.H. ZAGWIJN). Auch die wärmeliebenden Formen sind häufig. An der Basis tritt Fagus regelmäßig auf. Aus der Gruppe der indifferenten Formen überwiegen in den Profilen Eindhoven I und II Alnus und Pinus silvestris; Betula, Picea, Abies und Salix sind weniger häufig. In der Tongrube Tegelen sind die Verhältnisse ähnlich, nur tritt hier Picea mehr in den Vordergrund, Alnus erreicht nur sehr geringe Beträge. Das Diagramm der Tongrube Laumans bei Öbel ähnelt den vorher beschriebenen (W.H. ZAGWIJN 1963). Lediglich Fagus fehlt, weil der Basis-Abschnitt des Tegelen nicht entwickelt ist.

In den drei Tegelen-Vorkommen Russel-Tiglia, Budel und Kurstjens aus Holland (F. FLORSCHUTZ & A.M.H. v. SOMMEREN 1950) sind die Tertiär-Relikte nur schwach vertreten. Auch die Gruppe der wärmeliebenden Formen erreicht, abgesehen von Corylus im Diagramm der Bohrung Budel, keine größeren Werte. Sehr hohe Anteile nehmen dagegen einige Vertreter der indifferenten Formen ein. Im Diagramm Russel-Tiglia

sind dies Picea und Pinus silvestris, im Diagramm der Bohrung Budel sind es Alnus und Pinus silvestris. Mit fast 90% beherrscht Pinus silvestris das Diagramm von Kurstjens.

Ein ganz ähnliches Bild bietet das von I.M. v. d. VLERK & F. FLORSCHUTZ (1953) beschriebene Profil des Tegelen von Canoy-Herfkens (Tongrube bei Tegelen, Holland). Fagus fehlt hier allerdings.

Im Tegelen-Abschnitt des Profils aus dem Meinwegton bei Meinweg südlich Reuver (Holland) tritt neben den typischen Tegelen-Elementen auch Fagus auf (W.H. ZAGWIJN 1959).

Das Pollendiagramm aus der Tongrube Gebr. Heyen, Rickelrath (M. Bl. Wegberg) schließt sich den niederländischen Tegelen-Profilen an (U. REIN 1955). Wie in Buchenau tritt hier Fagus an der Basis auf.

Bei der von G. LESCHIK (1951) untersuchten Buchenauer Braunkohle (Tongrube 500 m SE Buchenau) sind die Tertiär-Relikte nur in geringer Anzahl vertreten. Im unteren Teil des Gesamtprofils ist Fagus relativ häufig. Auch die anderen wärmeliebenden Formen sind relativ stark am Spektrum beteiligt. Die Hauptmasse des Baumpollen wird von indifferenten Formen bestritten.

Schon 1932 hat I. BAAS ein Pollendiagramm aus altpleistozänen Schichten des Mainzer Beckens veröffentlicht. Es enthält die Tertiär-Relikte Pterocarya und Tsuga, Tsuga bestreitet fast durchweg 30 - 40 % der Spektren. Die wärmeliebenden Formen des Eichenmischwaldes, sowie Corylus und Carpinus sind vertreten, erreichen aber wesentlich geringere Prozentsätze. Von der Gruppe der indifferenten Formen Betula, Abies, Pinus, Picea und Alnus bestreitet nur Alnus hohe Anteile.

Im Tegelen von Jockgrim und Rheinzabern (Pfalz) sind die Tertiär-Relikte nur in äußerst geringer Anzahl vertreten (I. PETERS 1965). Auch die wärmeliebenden Formen erreichen nur geringe Werte. Den Hauptteil stellen die indifferenten Elemente. Picea, Betula und Alnus sind mit etwa 10 - 20 % beteiligt, Pinus silvestris erreicht bis zu 70 %. Im Diagramm von Rheinzabern fehlt Picea.

Im von W. SZAFER (1954) untersuchten Profil von Czorsztyn aus den West-Karpaten entspricht der Abschnitt Mizerna III wohl dem Tegelen, die Luftsackpollen herrschen vor. Aus der Gruppe der Tertiär-Relikte kommen Tsuga und die Juglandaceen vor. Fagus ist nur spärlich vorhanden. Die wärmeliebenden Formen haben keine große Bedeutung.

Im Pollen-Diagramm von Leffe (F. LONA 1950) sind die Tertiär-Relikte Tsuga, Cedrus, Carya, Pterocarya und Juglans reichlich vorhanden. Im mittleren Abschnitt des Profils erreichen sie ein Maximum. Die wärmeliebenden Formen haben im oberen Abschnitt des Profils ihre Haupverbreitung. Die Gruppe der indifferenten Formen wird von den Luftsackpollen beherrscht. Sie verteilen sich mehr oder weniger gleichmäßig stark über das gesamte Diagramm.

Zolog bei Novo Mesto (Jugoslawien), das von A. SERCELJ (1961) bearbeitet worden ist, enthält Tertiär-Relikte, unter ihnen besonders Carya in starken Anteilen. Eine etwa gleichstarke Gruppe stellen die wärmeliebenden Formen. Die indifferenten Formen mit Pinus silvestris als Hauptvertreter sind nicht wesentlich häufiger als die beiden anderen Gruppen.

Das Diagramm von Bukovica bei Ilirska Bistrica (Jugoslawien) (A. SERCELJ 1965) gliedert sich in zwei Abschnitte. Cedrus und Tsuga dominieren im unteren, Carya im oberen Abschnitt. Von den wärmeliebenden Formen erreicht lediglich Quercus hohe Werte und zwar im oberen Abschnitt. Unter den indifferenten Formen sind nur Pinus silvestris und Picea sehr häufig. Sie verschwinden im oberen Abschnitt fast völlig.

Das Tegelen von Villarroya (Spanien) enthält Tertiär-Relikte mit maximal 10 % Anteilen im gesamten Diagramm (H. REMY 1958). Elemente des Eichenmischwaldes nehmen einen großen Platz ein. Die höchsten Anteile stellen aber Betula, Picea und Pinus silvestris.

Das von F. LONA & E. RICCIARDI (1961) veröffentlichte Diagramm Gubbio (Italien) erscheint ebenfalls durch den hohen Anteil von Carya charakterisiert. Auch die wärmeliebenden Formen sind reichlich vorhanden. Die stärkste Gruppe bilden indifferente Formen mit Pinus silvestris als Hauptvertreter.

E. RICCIARDI (1965) hat ein Diagramm aus der Gegend von Leonessa (Italien) beschrieben. Die Tertiär-Relikte mit Cedrus, Tsuga und Carya sind zahlreich vertreten. Eine sehr starke Gruppe bilden die wärmeliebenden Formen, unter denen besonders Quercus Werte über 70 % erreicht. Unter den indifferenten Formen fallen besonders Pinus silvestris, Abies und Picea auf. Pinus silvestris bestreitet in einzelnen Schichten das ganze Spektrum.

In Süd-Italien weisen die drei Tegelen-Diagramme von Mormanno, Mercure, Maurno Tertiär-Relikte nur in geringer Anzahl auf (E. LÖHNERT 1961). Wärmeliebende Formen sind häufiger, darunter besonders der Pollen des Eichenmischwaldes. Durchschnittlich 50 % des Spektrums werden von den indifferenten Formen bestritten. Im Diagramm Mormanno überwiegt Pinus, in den beiden anderen ist Alnus vorherrschend.

5. Vergleichs-Vorkommen des Eburon, Waal und Menapien

Eine sog. Eburon-Kaltzeit hat W.H. ZAGWIJN (1963) in seinen vier Profilen Eindhoven I, Eindhoven II, Russel-Tiglia-Egypt und van Cleef bei Maalbeek ausgewiesen. Kennzeichnend für diese Kaltzeit ist das fast völlige Verschwinden der wärme-

liebenden Formen, der Tertiär-Relikte und das Ansteigen der indifferenten Formen, unter ihnen besonders die Pinus silvestris-Gruppe.

In der dem Eburon folgenden Warmzeit, dem Waal, treten die Tertiär-Relikte und die wärmeliebenden Formen wieder vermehrt auf. Von den indifferenten Formen bleiben Pinus silvestris und Alnus häufig.

Die anschließende Menapien- oder Günz-Kaltzeit enthält in Holland nur noch geringe Prozentsätze von Tertiär-Relikten und wärmeliebenden Formen. Die indifferenten Formen herrschen vor (W.H. ZAGWIJN 1963).

In Leffe (Italien) bilden zu dieser Zeit dagegen Tertiär-Relikte und die wärmeliebenden Formen noch relativ starke Anteile. Die stärkste Gruppe stellen aber auch hier die indifferenten Elemente, unter ihnen besonders Luftsack-Exinen.

6. Geographisch bedingte Unterschiede der Diagramme

Die südeuropäischen plio-pleistozänen Vorkommen lassen gegenüber den mitteleuropäischen bzw. niederländischen Unterschiede erkennen, die auf ein günstigeres Klima hinweisen. Aber auch hier zeichnen sich Klima-Schwankungen ab. Sie prägen sich besonders in dem von F. LONA (1950) veröffentlichten Diagramm einer alt-pleistozänen Schichtfolge bei Leffe (Bergamo) am Südrand der Alpen aus. Das Profil läßt sich pollenanalytisch in vier Abschnitte gliedern. Die indifferenten Formen beherrschen die drei unteren Abschnitte mehr oder weniger stark. Die altpleistozänen Leitformen kommen ebenfalls in den drei unteren Abschnitten regelmäßig vor, werden aber im zweiten Abschnitt häufiger. Die wärmeliebenden Formen, besonders die Elemente des Eichenmischwaldes, beherrschen dagegen den vierten Abschnitt.

F. LONA stellt den unteren Abschnitt in die Donau-Kaltzeit und den zweiten Abschnitt mit seinen stärkeren Anteilen an Tertiär-Relikten in das Donau-Günz-Interglazial. Der dritte Abschnitt soll dem Günz entsprechen, der vierte Abschnitt mit seinem Eichenmischwald-Spektrum ohne Tertiär-Relikte wird in das Günz-Mindel-Interglazial gestellt.

In einer späteren Arbeit konnten F. LONA & M. FOLLIERI (1957) feststellen, daß südlich der Alpen selbst im Cromer die Tertiär-Relikte Carya und Pterocarya noch nicht verschwunden sind.

W.H. ZAGWIJN (1957) stuft das Pollendiagramm allerdings etwas anders ein. Den untersten Abschnitt der sog. Donau-Kaltzeit setzt er mit dem Prätegelen gleich, folglich müßte die anschließende Warmzeit dem Tegelen entsprechen. Den untersten Abschnitt der Günz-Kaltzeit im Sinne von F. LONA (1950) korreliert er mit dem Eburon, die warme Phase innerhalb dieses Abschnittes mit seiner Waal-Stufe. Den obersten Abschnitt der F. LONAschen Günz-Kaltzeit verbindet W.H. ZAGWIJN mit dem Menapien.

Im Tegelen von Villarroya (Prov. Logrono/Spanien) kommen noch Liquidambar, Cedrus und Zelkova vor, das sind tertiäre Elemente, die im Tegelen Mitteleuropas schon ausgestorben sind.

Auch in der von F. LONA & E. RICCIARDI (1961) untersuchten altpleistozänen Schichtfolge von Gubbio (Perugia, Italien) treten noch Cedrus, Zelkova und Liquidambar auf. In den von E. LÖHNERT (1961) untersuchten süditalienischen Braunkohlen des Altpleistozäns sind die Tertiär-Relikte zwar nur äußerst schwach vertreten, aber in den altpleistozänen Schichten des Beckens von Leonessa (Rieti,Italien) finden sich wieder Formen wie Cedrus und Zelkova (E. RICCIARDI 1965). Im Diagramm prägen sich hier deutlich Klimaschwankungen aus.

7. Faziesunterschiede der Diagramme

Der Vergleich der Berstädter Deckgebirgs-Spektren mit den beschriebenen Vorkommen wird durch lokale Fazieseinflüsse sehr erschwert. So weichen die bekannten Pollendiagramme des Prätegelens in vielen Punkten voneinander ab, die Diagramme von Susteren und Meinweg (W.H. ZAGWIJN 1959) sind sich zwar relativ ähnlich, sie unterscheiden sich aber ganz beträchtlich von den Diagrammen Jannsen-Dings bei Belfeld (I.M. van der VLERK & F. FLORSCHÜTZ 1953), Laumanns bei Bracht und Jannsen-Dings bei Belfeld (U. REIN 1955). Susteren und Meinweg führen vorwiegend Pinus silvestris und Alnus, die drei anderen genannten Vorkommen dagegen enthalten einen nicht unwesentlichen Anteil an Tertiär-Relikten, an wärmeliebenden Formen und an Fagus.

Auch die Diagramme des Tegelens lassen untereinander große Unterschiede erkennen. So besteht z. B. das Diagramm von Kurstjens (F. FLORSCHÜTZ & A.M.H. van SOMMEREN 1950) zu fast 90 % aus Pinus silvestris. Ähnliche Verhältnisse finden sich in den Diagrammen Budel (F. FLORSCHÜTZ & A.M.H. van SOMMEREN 1950) und Canoy-Herfkens (I.M. v.d. VLERK & F. FLORSCHUTZ 1953).

Hieraus folgt, daß Pollendiagramme des Prätegelens denen des Tegelens sehr ähnlich sein können, wie die Beispiele von Jannsen-Dings bei Belfeld (I.M. van der VLERK & F. FLORSCHÜTZ 1953 und U. REIN 1955) und Laumanns bei Bracht (U. REIN 1955) beweisen, andererseits können die Diagramme des Tegelens, wie das von Kurstjens (F. FLORSCHÜTZ & A.M.H. van SOMMEREN 1950) denen des Prätegelens zum Verwechseln gleich sein. Profilausschnittesind also nicht immer eindeutig einstufbar.

8. Ergebnisse des Vergleiches

Das Berstadter Profil enthält zwar eine Folge von mehreren Kalt- und Warmzeiten, wie diese aber mit denen der nördlichen und südlichen Vergleichsvorkommen zu verbinden sind, ist nach dem Diagrammverlauf nicht eindeutig zu beantworten. Nur ein Merkmal scheint vielleicht von Bedeutung, nämlich das verbreitete Vorkommen von Fagus im ganzen Profil-Diagramm. Denn nach Ansicht von W.H. ZAGWIJN (1963) können die beiden Warmzeiten Tegelen und Waal durch diesen Pollen unterschieden werden. Fagus tritt danach im Tegelen (vor allem an dessen Basis) auf, verschwindet aber danach für die ganze Zeit des Altpleistozäns. Für Mittel- und Südeuropa könnte ähnliches gelten. G. LESCHIK (1951) hat Fagus nur im Flöz I der Buchenauer Kohle gefunden, der Pollen ist hier relativ stark vertreten. In den hangenden Flözen fehlt Fagus aber. Auch im Tegelen von Bukovica (Ilirska Bistrica, Jugoslawien) ist Fagus mit einigen Prozenten vorhanden (A. SERCELJ 1965). Da Fagus in unserem Diagramm überall vertreten ist, sollte man ein Post-Tegelen-Alter ausschließen können.

Im Deckgebirgs-Diagramm von Berstadt scheint sich bei etwa 15,50 m der Übergang von einer Kaltzeit in eine Warmzeit zu vollziehen. Die Warmzeit wird nicht nur durch die Flora sondern auch durch die Ostrakoden-Fauna angezeigt.

Das Kohlenflöz gehört, wie schon G. LESCHIK (1956) und H. GRUSCHKAU (1962) erkannten, in das Reuver. Vergleicht man das Pollendiagramm der Kohle mit anderen europäischen Diagrammen reuverzeitlichen Alters, so ergeben sich viele Ähnlichkeiten. Unterschiede können fazielle Ursachen haben.

Aber auch geographisch bedingte Unterschiede prägen sich aus. Im nordwestlichen und westlichen Europa, besonders in Holland und in einem Teil Frankreichs, herrscht Pinus im Reuver vor. In Mittel- und Osteuropa treten neben Pinus oder an dessen Stelle Picea und andere Formen, wie Alnus

und Quercus. In Südeuropa dominieren oft Tertiär-Elemente oder Tertiär-Relikte. Allerdings wird das Bild von Ausnahmen durchbrochen. Zu berücksichtigen ist, daß verschiedene Abschnitte des Reuver hier miteinander verglichen werden, denn eine feinere Einstufung innerhalb des Reuver ist meist noch nicht möglich (B.FRENZEL 1968).

Die Kaltzeit bezeichnet den Siderit-Ton, der über der reuverzeitlichen Kohle lagert, er könnte demnach das Prätegelen repräsentieren. Den gesamten Abschnitt darüber möchte ich aufgrund des Vorkommens von Fagus in das Tegelen stellen.

G. Feinstratigraphische Gliederung des Braunkohlenlagers

1. Kohlentypen und Pflanzenvereine

Am Entnahmepunkt ist das Flöz etwas über 9 m mächtig, das entspricht einem Betrag wie er im Beckeninneren erreicht, stellenweise auch überschritten wird. Am abgetrockneten Stoß wird die Gliederung in hellere und dunklere Partien, Bänke, Schichten und Lagen deutlich.

Der basale etwa drei Meter starke Abschnitt erscheint relativ dunkel, massig und homogen ausgebildet. Schichtungstextur ist nur undeutlich entwickelt. Das in Höhe 1 m über Flözbasis eingezeichnete "Tonmittel" erscheint in der Natur nicht so scharf abgesetzt wie es in der Säulendarstellung Abb. 10 zum Ausdruck kommt. An anderen dem Normalprofil benachbarten Bereichen ist es kontrastreicher entwickelt und auch durch höhere Aschengehalte ausgezeichnet. Die dunkle, teilweise lignitische und stellenweise recht dopplerit-reiche, harte und stückig brechende Kohle ähnelt petrologisch dem Typus eines eutrophen, d. h. nährstoffreichen

Bruchwaldes. Es ist dies ein Kohlentyp, der für die Initialphase der Flözbildung bezeichnend ist. Der petrologische Befund wird durch die Pollenanalyse bestätigt. Alnus bestreitet die Masse des Spektrums, alle anderen Elemente spielen eine untergeordnete Rolle. Offensichtlich war das Moorbecken in dieser Phase von einem Erlenbruchwald besiedelt, das Spektrum wird also vom Pollen der autochthonen Vegetation bestimmt. Die Erle ist ein Indikator nährstoffreicher Fazies. Die Nährstoffe kamen vermutlich mit der mineralischen Trübe ins Moorbecken, die aus den höhergelegenen Randgebieten eingespült wurde. Pollenspektren, Aschengehalte und Remissionskurve charakterisieren den Basalabschnitt als eine Phase gleichmäßiger und relativ langsamer Absenkung mit mäßig hohem Grundwasserspiegel und regelmäßigem Wasserzufluß von den Beckenrändern mit durchschnittlich hoher Trübezufuhr.

Bemerkenswert erscheint der geringe Anteil solcher eutropher Bruchwaldelemente, die höhere klimatische Ansprüche stellen, wie z. B. Nyssa. Hiernach erscheint es nicht ausgeschlossen, daß sich neben faziellen Merkmalen auch Einflüsse einer kühleren Klimaperiode im Spektrum der Basalpartie wiederspiegeln.

Uber einem Tonmittel, das in 3 m über Flözunterkante, Liegend- und Mittelabschnitt trennt, setzt eine neue lebhafte Entwicklung ein. Reine Kohlen, aschereiche Kohlen und Tonbänke folgen in Wechsellagerung übereinander. Das Diagramm der Aschengehalte (Spalte 7 Abb. 10) zeigt das sehr anschaulich. Offensichtlich hat sich der Charakter der Absenkungsbewegung geändert, Perioden lebhafter Abwärtsbewegungen mit starken Einflutungen kennzeichnen lacustrine Stadien, also Fazien der dauernden Wasserbedeckung mit Sedimentation aschereicher Mudden. Intervalle verminderter Absenkungsgeschwindigkeit brachten den Grundwasserspiegel

auf durchschnittlich niedrigeren Stand und führten zu einer Neubesiedlung des Beckens mit baumfreien ("offenen") Pflanzenvereinen oder mit Bruchwäldern. Bezeichnenderweise hat die Erle in dieser Phase ihre Rolle als beherrschendes Bruchwaldelement an Nyssa abgegeben. Das könnte eine Klimaverbesserung indizieren. Für die Vermutung spricht auch das Vordringen von Sequoia in den Spektren. Sequoia ist das wichtigste wärmeliebende Element des extrapalustren Randwaldes. Man möchte danach glauben, daß die Mittelphase der Flözbildung in eine Periode milderen Klimas fällt.

Ganz sicher ist, daß sich im Hangendabschnitt das Klima sukzedan verschlechtert. An der Flözoberkante sind die Pliozän-Elemente Nyssa, Sequoia und Pinus haploxylon verschwunden. Sie erscheinen im Deckgebirge, auch in dessen wärmeren Phasen, nicht mehr wieder. Da dieser Rückzug der wärmeliebenden Elemente sich in allen Bereichen des Beckens an entsprechender Stelle wiederfindet, dürfte sicher sein, daß sich hier in dieser Partie der Umbruch von pliozäner zu altpleistozäner Flora vollzieht. Unmittelbar an der Flözoberkante unseres Normalprofils scheint sich also die Pliozän-Pleistozän-Grenze zu markieren. Im Hangendabschnitt prägen sich daneben einige fazielle Besonderheiten aus. Sie betreffen vor allem das Vordringen der Hochmoor-Elemente Sphagnaceae und Ericaceae. Im Bereich oberhalb 8 m über Flözunterkante scheint es im Becken zu hochmoor-artigen Bildungen gekommen zu sein, die dann für die folgende kühle Periode des Siderit-Tones charakteristisch sind. Das Auftreten von Hochmooren ist aber nicht ausschließlich Folge des abkühlenden Klimas, sondern setzt auch Vorgänge der Verlandung und Oligotrophierung des Milieus voraus. Offensichtlich ist die Absenkung des Untergrundes in diesem Abschnitt zum Stillstand gekommen. Die Zufuhr von Nährstoffen von außen versiegte. Dementsprechend erreicht

die Kohle hier ihre niedrigsten Asche-Durchschnittsgehalte (Spalte 7 Abb. 10). Die Farben sind erheblich heller als die der Liegendpartie, die lockere poröse Struktur der Kohlen entspricht mehr der eines Torfes als der eines Lignits.

In der folgenden Liste seien die Kennzeichen der Flözpartien im Normalprofil zusammengestellt:

Tabelle 3:

	Petrologische Kennzeichen	Aschengehalt	Charakteristische Florenelemente	Vorherrschende Moortypen
Hangendpartie	helle lokkere poröse Torfkohlen	niedrig	Sphagnum Ericaceae	Hochmoore offene Niedermoore
Mittelpartie	helle und dunkle aschereiche und -arme Schichten in lebhafter Wechsellagerung	wechselnd hoch und niedrig	Nyssa Sequoia	Wechsellagerung telmatischer und limnischer Fazien
Basispartie	dunkel, dopplerítisch, stückighart, kaum geschichtet	gleichmäßig hoch	Alnus	Erlen-Bruchwald

2. Möglichkeiten der feinstratigraphischen Gliederung

Bezeichnend für Flözbildungen begrenzter Becken ist ein Faziesswechsel auf engem Raum. Das betrifft nicht nur die Tonmittel nach Verteilung, Zahl und Mächtigkeit, sondern auch die Kohlen, ihre petrologische Beschaffenheit, ihre Farben, ihre Pollenspektren, ihre Aschengehalte und nicht zuletzt ihre Mächtigkeitsverhältnisse. Fazies-Merkmale erscheinen hier als Hilfsmittel zur Feinstratigraphie wenig geeignet, ganz im Gegensatz zu den Verhältnissen in den weiträumigen Flözablagerungen des Rheinlandes und Mitteldeutschlands, wo Schichtpakete oder sogar einzelne Schichten in gleicher Ausbildung über Zehner von Kilometern aushalten.

Tatsächlich zeigt ein Vergleich des Pollen-Normalprofils (Abb. 10) mit den Diagrammen entfernterer und auch benachbarterer Entnahmesäulen, daß West- und Osttrog, Nord- und Südbereiche der Becken ihr Eigenleben hatten, soweit es den Absenkungsrhytmus des Untergrundes, die Zufuhr mineralischer Stoffe und die Vegetationsdecke betrifft. Die Dreigliederung des Normalprofils ist durchaus nicht in allen Beckenteilen zur Entwicklung gekommen. Wenn die Faziesbilder zur Feinstratigraphie nicht ausreichen, bleiben als Hilfsmittel nur die Zeitmarken übrig, die hier am leichtesten aus dem Klimagang abzuleiten sind. Zeitmarken und Faziesbilder erscheinen aber im Normalprofil in eigenartiger Weise verknüpft, insofern als Faziesgrenzen und Floren-Umbrüche mehrfach zusammenfallen. So verschwinden die tertiären Florenelemente genau an der Oberkante der Kohle. Es ist also möglich, daß der Faziesumbruch von telmatischen zu limnischen Verhältnissen das Verschwinden der Tertiärelemente beschleunigt hat. In Bereichen, in denen die Torfbildung noch einige Zeit weitergegangen ist, könnten sich die tertiären Elemente noch etwas länger gehalten haben. Hieraus folgt, daß die Profil-Konnexionen nicht auf den Meter genau zu präzisieren sind. Immerhin

lassen sich aber die Hauptpartien über das ganze Lager hinweg mit einer Bestimmtheit verfolgen, die uns einige Rückschlüsse auf die geologische Entwicklung des Bildungsraumes zuläßt. Folgende Kriterien kommen als Zeitmarken infrage:

1. Profilstücke ohne Reuver- aber mit Tegelen-Elementen oder mit viel Sphagnaceen-Ericaceen oder viel Pinus silvestris gehören ehestens ins Deckgebirge.
2. Profilstücke mit mäßigen Anteilen an Reuver-Elementen, deren Zahl nach oben verschwindet, und mit reichlich Sphagnaceae-Ericaceae und hoher Remission sind für den Hangendabschnitt des Flözes charakteristisch.
3. Profilstücke, die gut geschichtet sind, einen wechselnden Aschengehalt besitzen und in deren Pollenspektren Nyssa und Sequoia vorherrschend sind, charakterisieren den mittleren Flözabschnitt.
4. Profilstücke mit hohem Aschengehalt und niedriger Remission sowie mit hohen Alnus-Anteilen im Pollenspektrum sind für die untere Flözpartie typisch.

H. Zusammenfassung

Verbreitung, Umgrenzung, Lagerung und Mächtigkeit des Braunkohlenlagers der Wetterau und seiner präglazialen Deckschichten wurden in Schnitten und Karten dargestellt. Als Unterlage dienten Feldaufnahmen der Tagebau-Aufschlüsse und zahlreiche Bohrprotokolle. Aus mehreren Indizien läßt sich schließen, daß das Bild der heutigen Lager-Verbreitung der Ausdehnung des Braunkohlen-Moores und seiner ursprünglichen Gliederung in Schwellen- und Becken-Gebiete weitgehend entspricht. So nehmen an den Rändern der heutigen Lager, soweit kontrollierbar, überall die Kennzeichen der Moor-Randfazies zu, wie zum Beispiel:

steigender Aschegehalt, Verzahnung mit klastischen Sedimenten des Randes, natürliches Ausdünnen oder Zerschlagen des Flözes, Vordringen der moor-marginalen Floren-Elemente in den Pollen-Spektren. Die heutige Lager-Umgrenzung scheint demnach mit den Grenzen der tertiären Moor-Becken im großen und ganzen übereinzustimmen. Den Pollen-Spektren zufolge hat jedes der Kohle-Becken seine eigene Fazies-Charakteristik. Folglich hat es niemals ein einheitliches den Horloff-Graben vollständig ausfüllendes Lager gegeben. Die Vermoorung war auf Teilschollen bestimmter Absenkungsbewegung lokalisiert, etwa so wie es die Kippschollen-Theorie von E. SCHENK veranschaulicht.

Am ehesten möchte man glauben, daß die Einsenkung des Horloff-Grabens mit den vorausgegangenen vulkanischen Ereignissen des Vogelsberges in kausaler Beziehung steht, vielleicht ist sie eine Folge von Magmen-Wanderungen im Untergrund. Alte varistische, rheinische und hercynische Strukturen scheinen die Graben-Sohle in ein Mosaik von Hoch- und Tiefschollen zerlegt zu haben.

Gleichwohl dürften die Kohlenlager aller Teilbecken etwa gleichzeitig entstanden sein, ihre Bildung resultiert also aus einem einheitlichen Senkungs-Akt. Das zeigen die Pollen-Diagramme: bestimmte Pollen-Leithorizonte, gekennzeichnet durch das Verschwinden bestimmter wärmeliebender Elemente, finden sich, soweit bisher untersucht, in den Profilen aller Teilbecken wieder.

Wie hieraus weiterhin folgt, muß sich die Masse der Kohle auf primärer Lagerstätte befinden. Denn an von Erosion und Umlagerung betroffenen Stellen müßte eigentlich das Bild der Leit-Schichten-Gliederung gestört sein. Tatsächlich haben sich in den Tagebau-Aufschlüssen, wo der Schichtenverband weiträumig verfolgbar ist, nirgendwo allochthone Kohlen in großem Umfang gefunden.

Im Pollendiagramm des Hauptflözes läßt sich ein Klima-Gang mit einer Warmphase im mittleren Abschnitt und einer zunehmenden Abkühlung in der Hangend-Partie erkennen. Hier verschwinden einige typische Elemente des Reuvers. In den tonigen Deckschichten (bis zur Unterkante des Löß) finden sich keine Pollen-Elemente des Reuvers mehr, hier tritt die typische Flora des Alt-Pleistozäns auf. Den Pollen-Spektren und den Ostrakoden-Faunen zufolge ist hier eine kühle Phase im liegenden Siderit-Ton von einer wärmeren Periode des Hangendabschnittes zu unterscheiden.

Die Frage, welcher der altpleistozänen Zyklen dieser Abschnitt zuzuordnen ist, ließ sich nach Vergleich mit entsprechenden Profilen des nord- und südeuropäischen Raumes beantworten. In keinem dieser altpleistozänen Vergleichs-Diagramme findet sich Fagus oberhalb des Tegelen. Da in unserem Profil Fagus zusammen mit allen typischen Vertretern des Tegelen bis in die höchste Ton-Schicht durchhält, kann unser Richtprofil nicht jünger sein als Tegelen. Folglich dürfte die im Siderit-Ton zu erkennende kühlere Phase einer Prätegelen-Zeit entsprechen.

I. Literaturverzeichnis

ALTEHENGER, A.: Klimaschwankungen im Pliozän von Wallensen (Hils). - Eiszeitalter und Gegenwart, 9, S. 104-109, Öhringen 1958.

ALTEHENGER, A.: Floristisch belegte Klimaschwankungen im mitteleuropäischen Pliozän der Reuver-Stufe. - Palaeontographica, 106/107, Abt. B, S. 11-70, Stuttgart 1960.

BAAS, J.: Eine frühdiluviale Flora im Mainzer Becken. - Z. Bot., 25, S. 289-371, 1932.

BALLESIO, R., MEON-VILAIN, H. & REYMOND, M.A.: Le pliocene du Bas-Dauphiné: Etude palynologique de la région de Beausemblant (Isere). - Bull. mensuele Soc. linnéenne Lyon, 36, 8, S. 337-348, 1967.

BRELIE, G. von der: Zur pollenanalytischen Gliederung des Pliozäns in der Niederrheinischen Bucht. - Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., 4, S. 27-54, Krefeld 1959.

CHANDA, S.: Untersuchungen zur pliozänen und pleistozänen Floren- und Vegetationsgeschichte im Leinetal und im südwestlichen Harzvorland (Untereichsfeld). - Geol. Jb., 79, S. 783-844, Hannover 1962.

DIEBEL, K.: Ostrakoden des Paludinenbank-Interglazials von Syrniki am Wieprz (Polen). - Geologie, 10, S. 533-545, Berlin 1961.

DIEFFENBACH, E.: Erl. geol. Spec.-Kte. Großhzgt. Hessen u. angrenzenden Landesgebiete im Maßstab 1 : 50 000 Sect. Gießen. - 112 S., Darmstadt 1856.

DIEHL, O.: Über das Braunkohlenvorkommen der Wetterau. - Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. zu Darmstadt, V. Folge, H. 12, S. 128-148, Darmstadt 1930.

FLORSCHUTZ, F. & SOMMEREN, A.M.H. van: The Palaeobotanical Boundary Pliocene-Pleistocene in the Netherlands. - International Geological Congress, Report of the Eighteenth Session Great Britain 1948, Part IX, S. 40-46, 1950.

FRENZEL, B.: Grundzüge der pleistozänen Vegetationsgeschichte Nord-Eurasiens. - Erdwissensch. Forschung, Bd. I, Wiesbaden 1968.

GREBE, H.: Die Mikro- und Megaflora der pliozänen Ton- und Tongyttjalinse in den Kieseloolithschichten vom Swisterberg/Weilerswist (Blatt Sechtem) und die Altersstellung der Ablagerungen im Tertiär der niederrheinischen Bucht. - Geol. Jb., 70, S. 535-573, Hannover 1955.

GRUSCHKAU, H.: Pollenanalytische Untersuchungen der Wetterauer Braunkohle und über holarktische Ericaceen. - Dissertation, Gießen 1962.

HACQUAERT, N.: Palynologisch onderzoek van de cenozoische mariene zanden (Scaldisien en Merxemien) van het Hansadok te Antwerpen. - Natuurwetenschappelijk Tijdschrift, 42, 3, 1960.

JACOB, H.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem petrographischen Aufbau der Weichbraunkohlen und der Brikettierbarkeit. - Dissertation, Freiberg 1955.

JANOSCHEK, A.: Faziesgliederung und Feinstratigraphie im Braunkohlenlager von Wölfersheim. - Unveröff. Diplomarbeit, 25 S., Gießen 1965.

KIRCHHEIMER, F.: Das Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. - Wetterauische Ges., 73 S., Hanau 1934.

KOBRICH, C.: Allgemeine Landeskunde und geologische Übersicht. - In: Handbuch der hessischen Bodenschätze, 1, 88 S., Darmstadt 1932.

KOBRICH, C.: Tektonische Probleme der Wetterauer Braunkohlenablagerungen. - Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. zu Darmstadt, V. Folge, H. 14, S. 125-126, Darmstadt 1933.

LESCHIK, G.: Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchungen in der jungpliozänen Braunkohle von Buchenau (Kreis Hünfeld). - Palaeontographica, 92, Abt. B, S. 1-51, Stuttgart 1951.

LESCHIK, G.: Die oberpliozäne Flora von Hünfeld (Hessen). - Senck. leth., 35, S. 247-262, Frankfurt 1955.

LESCHIK, G.: Die Entstehung der Braunkohle der Wetterau und ihre Mikro- und Makroflora. - Palaeontographica, 100, Abt. B, S. 26-64, Stuttgart 1956.

LÜHNERT, E.: Zur Fazies und Genese pliopleistozäner Braunkohlen Süditaliens. - Geol. Rdsch., 51, S. 631-643, Stuttgart 1961.

LONA, F.: Contributi alla storia della vegetazione e del clima nella val Padana. Analisi pollinica del giacimento Villafranchiano di Leffe (Bergamo). - Atti della Soc. Italiana di Sci. Nat., 89, S. 123-178, Mailand 1950.

LONA, F. & FOLLIERI, M.: Successione pollinica della serie superiore (Günz-Mindel) di Leffe (Bergamo). - Verhandlungen d. 4. Internat. Tag. d. Quartärbotaniker, Geob. Inst. Rübel, H. 34, S. 86-98, Zürich 1957.

LONA, F. & RICCIARDI, E.: Studio pallinologica stratigrafico su una serie lacustre pleistocenica dell'Italia centrale (Bacino di Gubbio, Perugia). - Pollen et Spores, III, 1, S. 93-100, Paris 1961.

LUDWIG, R.: Erl. Sect. Friedberg geol. Spec.-Kte. Großhzgt. Hessen 1 : 50 000. - 76 S., Darmstadt 1855.

LUDWIG, R.: Geognosie und Geogenie der Wetterau. - 229 S., Hanau 1858.

MAI, D.H., MAJEWSKI, J. & UNGER, K.P.: Pliozän und Altpleistozän von Rippersroda in Thüringen. - Geologie, 12, 7, S. 765-815, Berlin 1963.

MERCIER, J. & SAUVAGE, J.: Sur la géologie de la Macedoine centrale: les tufs volcaniques et le formations volcano-detritiques pliocenes a pollen et spores d'Almopias (Grece). - Ann. geol. Pays Helleniques, 16, S. 188-201, 1965.

PACLTOVA, B.: Palynologische Charakteristik der Ledenice-Schichten (Oberpliozän) im Trebon-Becken in Südböhmen. - Sbornik Geologickych Ved, Paleontologie, P, 2, S. 7-55, Prag 1963.

PETERS, I.: Zur Altersstellung der Torfe und Gyttjen von Herxheim, Jockgrim und Rheinzabern in der Vorderpfalz. - Eiszeitalter und Gegenwart, 16, S. 121-131, Öhringen 1965.

PFLUG, H.D.: Die Untersuchung von Flözprofilen aus dem Nordrevier der rheinischen Braunkohle auf ihre Brikettiereigenschaften. - Freiberger Forsch., H., A 64, 68 S., Berlin 1957.

PFLUG, H.D.: Feinstratigraphie und Reaktionsanalyse im Kulm und Devon des Enkenberges (Blatt Madfeld, Ostsauerland). - Z. angew. Geol., 8, H. 6, S. 290-301, Berlin 1962.

PFLUG, H.D.: Geochemische Fazieskarten des Gipslagers der Blue Rapids in Nordost-Kansas. - N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 8, S. 422-433, Stuttgart 1963.

PFLUG, H.D.: Zur Bildung und Umbildung des Gipslagers der Blue Rapids im Unterperm von Kansas. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 118, H. 2, S. 103-134, Stuttgart 1963.

PFLUG, H.D.: Zur Ausdeutung anhydritischer Fazies. - N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 4, S. 211-229, Stuttgart 1964.

PFLUG, H.D.: Analyse lamellarer Texturen mit Hilfe mikrophotometrischer Registration. - Z. Wiss. Mikroskopie u. mikroskopische Techn., 66, H. 3, S. 123-135, Stuttgart 1964.

PONS, A.: Contribution Palynologique a l'étude de la Flore et de la Végétation Pliocenes de la Région Rhodanienne. - Annales des Sciences Naturelles, Botanique, 12, V., S. 499-722, Paris 1964.

REYMOND, M.H.: Contribution a l'étude palynologique des sediments pliocenes du Bas-Dauphiné. - These de Doctorat de 3 cycle, 86 S., Lyon 1967.

REIN, U.: Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland: 1. Die Pollenstratigraphie im älteren Pleistozän. - Eiszeitalter und Gegenwart, 6, S. 16-27, Öhringen 1955.

REMY, H.: Zur Flora und Fauna der Villafranca-Schichten von Villarroya, Prov. Logrono (Spanien). - Eiszeitalter und Gegenwart, 9, S. 83-103, Öhringen 1958.

RICCIARDI, E.: Analisi pollinologica dei sedimenti lacustri lignitifera di Pietrafitta (Perugia-Italia). - Pollen et Spores, 2, 1961.

RICCIARDI, E.: Analisi Polliniche di una Serie Stratigrafica dei Sedimenti Lacustri del Pleistocene Inferiore nel Bacino di Leonessa (Rieti-Italia Centrale). - Giornale Botanico Italiano, 72, S. 62-82, Florenz 1965.

SCHENK, E.: Die Wetterauer Braunkohlen, ihre Stratigraphie und Tektonik und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für den Bergbau. - Z. deutsch. geol. Ges., 104, S. 191-193, Stuttgart 1953.

SCHENK, E.: Postpliozäne Krustenbewegungen mit Faltenformen in der Wetterau. - Geol. Rdsch., 43, S. 93-103, Stuttgart 1955.

SCHENK, E.: Erosion und Sedimentation im Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. - Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 328-355, Wiesbaden 1956.

SCHENK, E.: Corbiculaschichten und Cyrenenmergel im Horloffgraben (Wetterau). - Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 85, S. 224-254, Wiesbaden 1957.

SCHENK, E.: Das Quartärprofil in den Braunkohlentagebauen bei Berstadt und Weckesheim (Wetterau). - Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 270-274, Wiesbaden 1964.

SCHMERER, H.: Pollenanalyse im Deckgebirge des Braunkohlentagebaues Berstadt. - Unveröffentl. wiss. Hausarbeit d. 1. Staatspr. f. d. Lehramt an Volks- u. Realschul., 23 S., Gießen 1968.

SCHÖNHALS, E.: Geologie der Umgebung von Bad-Nauheim und Friedberg (Oberhessen). - Dissertation, 134 S., Leipzig 1936.

SCHOTTLER, W.: Beiträge zur Geologie in der nördlichen Wetterau auf Grund neuer Bohrungen. - Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. zu Darmstadt, V. Folge, H. 4, S. 57-87, Darmstadt 1918.

SERCELJ, A.: The lower Pleistocene vegetation from Zolog near Novo Mesto. - Razprave Acad. Sci. Art. slovenica, 6, S. 419-454, Laibach 1961.

SERCELJ, A.: Altpleistozäne Flora aus Bukovica bei Ilirska Bistrica. - Razprave Acad. Sci. Art. slovenica, 8, S. 439-470, Laibach 1965.

STACHURSKA, A., DYJOR, S. & SADOWSKA, A.: Pliocene section at Ruszow in the light of botanical Analysis. - Kwartalnik Geologiczny, 11, 2, S. 353-372, Warschau 1967.

STORCH, L.: Entstehung der Wetterauer Braunkohlenlager. - N. Jb. Mineral., S. 450-455, Stuttgart 1865.

STREMME, H.: Überreste tertiärer Verwitterungsrinden in Deutschland. - Geol. Rdsch., 1, S. 377-344, Leipzig 1910.

SZAFER, W.: Pliocene flora from the vicinity of Czorsztyn (West Carpathians) and its relationship to the pleistocene. - Institut Geologiczny, Prace, 11, 238 S., Warschau 1954.

TOBIEN, H.: Die oberpliozäne Säugerfauna von Wölfersheim-Wetterau. - Z. deutsch. geol. Ges., 104, S. 191, Stuttgart 1953.

VLERK, I.M. van der & FLORSCHUTZ, F.: The paleontological base of the subdivision of the Pleistocene in the Netherlands. - Verhand. der Konink. Nederl. Akad. van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde, Eerste reeks, deel 20, No. 2, 58 S., Amsterdam 1953.

WENZ, W.: Das Mainzer Becken. - 351 S., Heidelberg 1921.

WENZ, W.: Das Tertiär im Vogelsberg und seine Beziehungen zu dem der Wetterau und zu anderen Tertiärablagerungen. - Ber. wetterauische Ges. ges. Naturk. z. Hanau a. M. f. 1909-1921, S. 1-82, Hanau 1922.

WEST, R.G.: Vegetational history of the early Pleistocene of the royal society borehole at Ludham, Norfolk. - Proc. roy. Soc. B. 155, 960, S. 437-453, 1962.

WEYL, R., REIN, U. & TEICHMULLER, M.: Das Alter des Sylter Kaolinsandes. - Eiszeitalter und Gegenwart, 6, S. 5-15, Öhringen 1955.

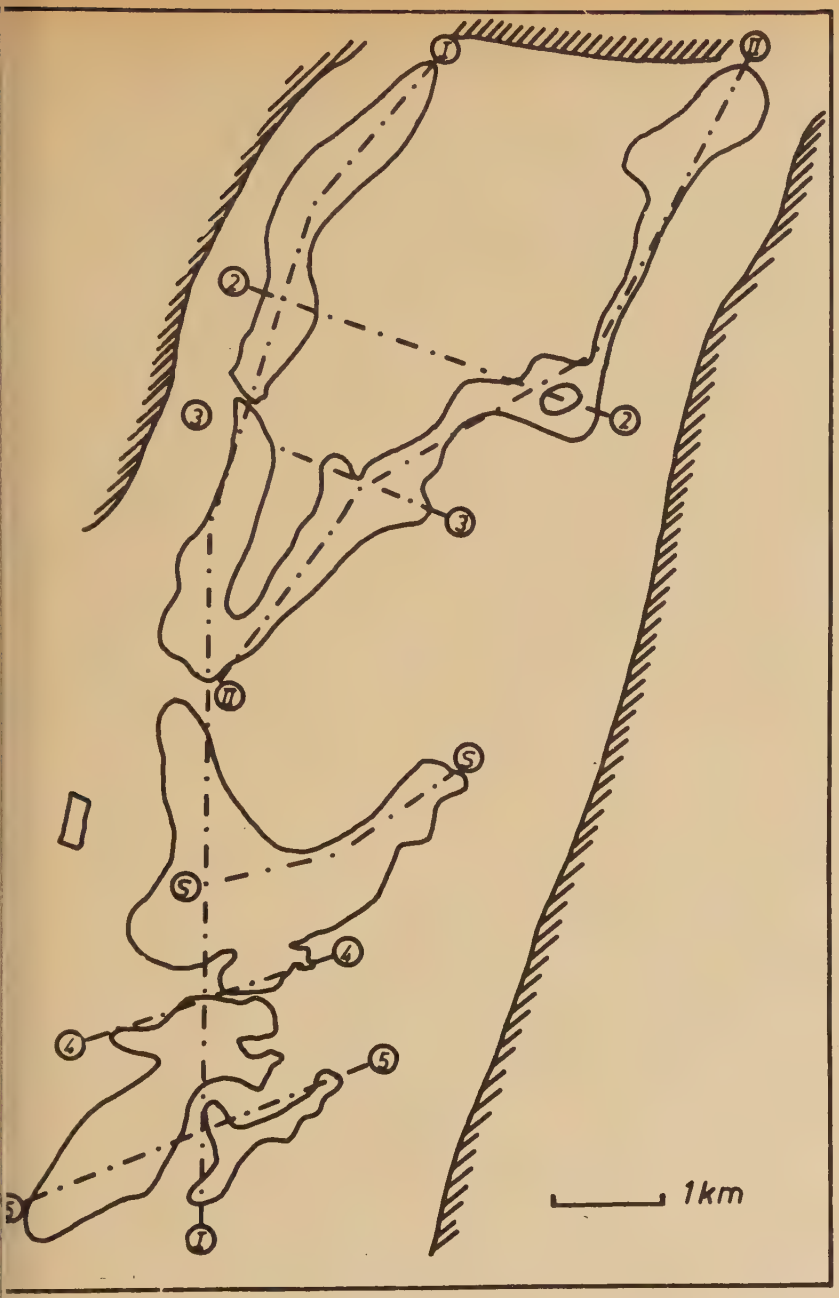
WEYLAND, H., PFLUG, H.D. & MULLER, H.: Die Pflanzenreste der pliozänen Braunkohle von Ptolemais in Nordgriechenland II. - Palaeontographica, 106, Abt. B, S. 71-98, Stuttgart 1960.

ZAGWIJN, W.H.: Vegetation, climate and time-correlations in the Early Pleistocene of Europe. - Geol. Mijnbouw, 19, 1957.

ZAGWIJN, W.H.: Zur stratigraphischen und pollenanalytischen Gliederung der pliozänen Ablagerungen im Roertal-Graben und Venloer Graben der Niederlande. - Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., 4, S. 5-26, Krefeld 1959.

ZAGWIJN, W.H.: Pollen-analytic investigations in the Tiglian of the Netherlands. - Mededelingen van de Geologischer Stichting, Nieuwe Serie, No. 16, S. 43-71, 1963.

FIRMA Carl Zeiss: Werksdruckschriften 50-660/II-d, Elrepho, Lichtelektrisches Remissionsphotometer, Gebrauchsanweisung.



1: Lage der Längs-Profile I, II und der Querprofile 2, 3, 5, 4 und 5. Die Umgrenzung der Kohlenlager ist einer Karte des Markscheiderbüros der Preußischen Elektrizitäts AG, Abt. Wölfersheim nachgezeichnet (Kenntnis-Stand 1967). Die mit einer Schraffur versehene Linie stellt den heutigen morphologischen Rand des Horloff-Grabens dar.

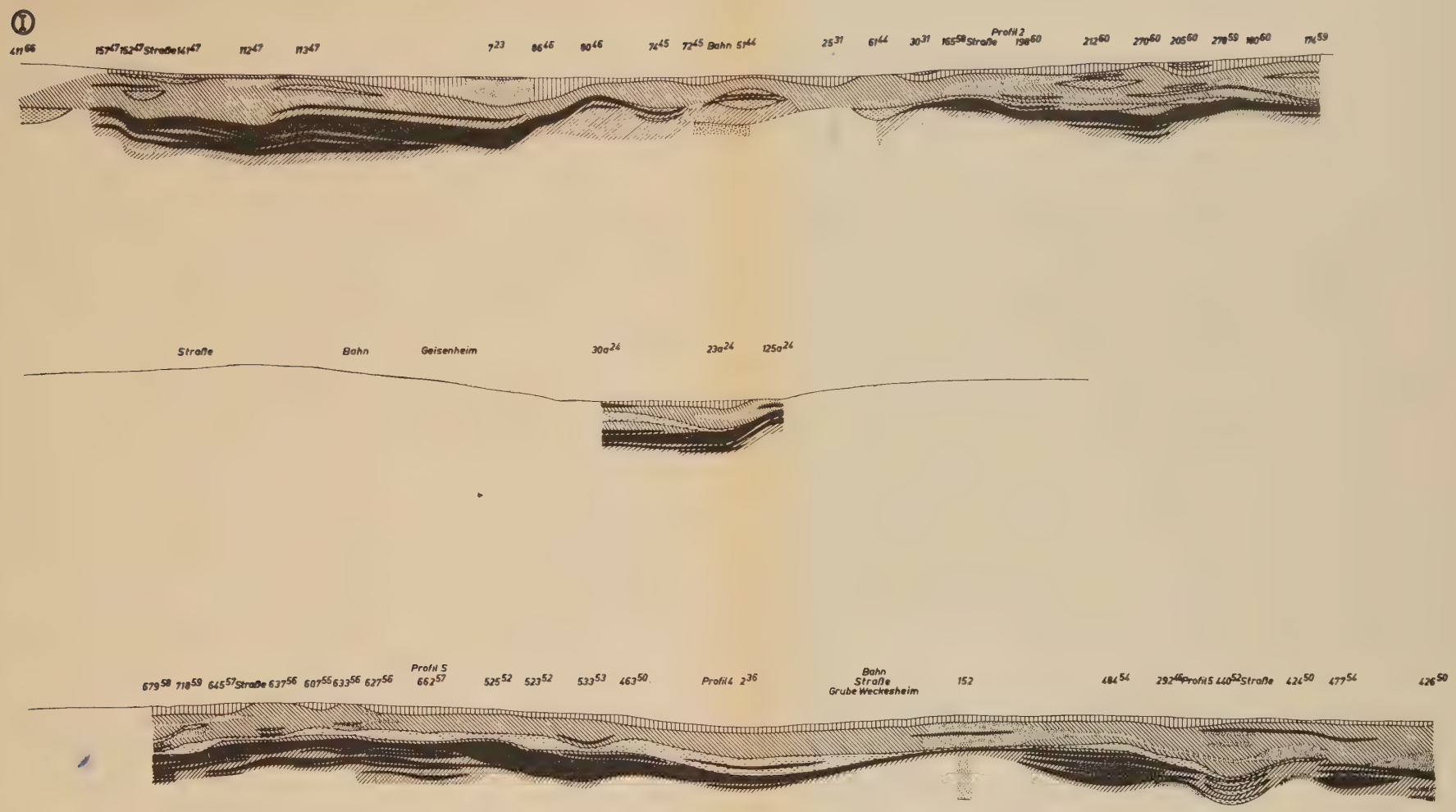


Abb. 2: Längsprofil I. Legende hierzu siehe Abb. 5.
Verlauf siehe Abb. 1.

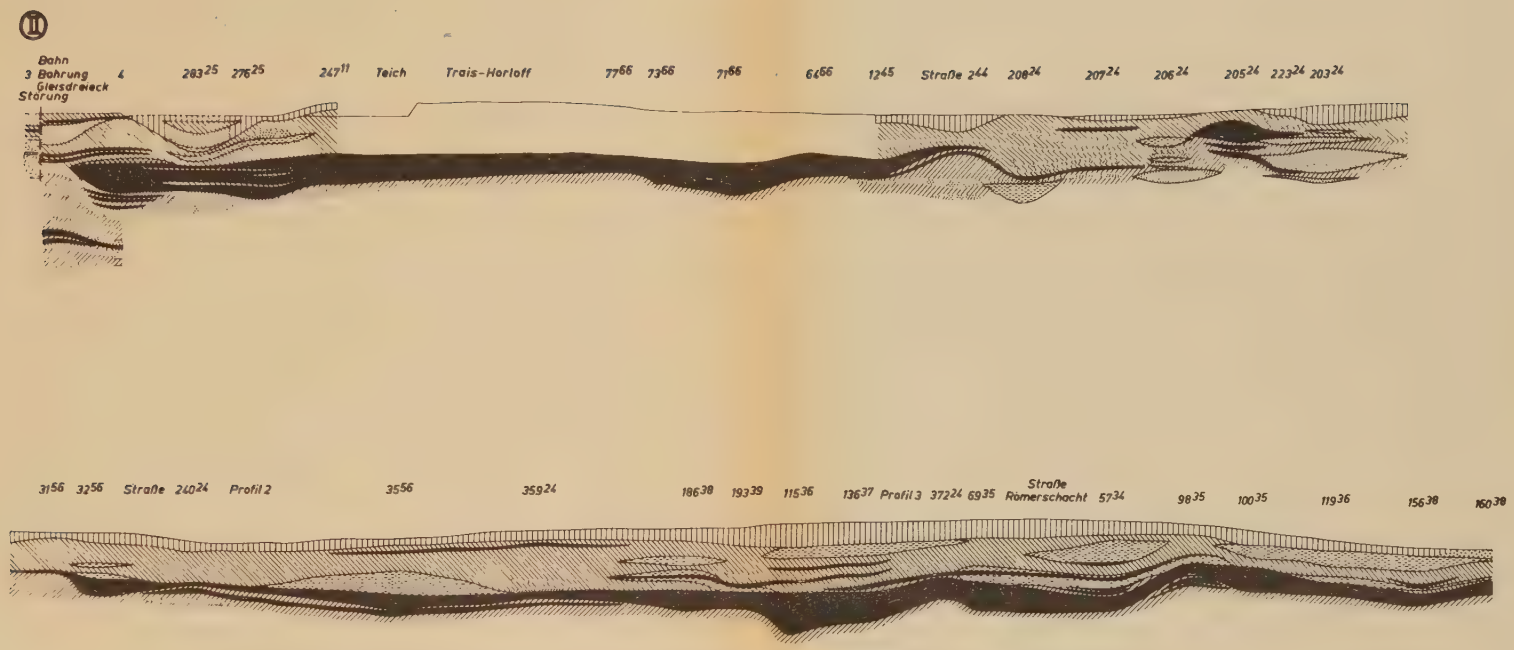


Abb. 3: Längsprofil II. Legende hierzu siehe Abb. 5.
Verlauf siehe Abb. 1.

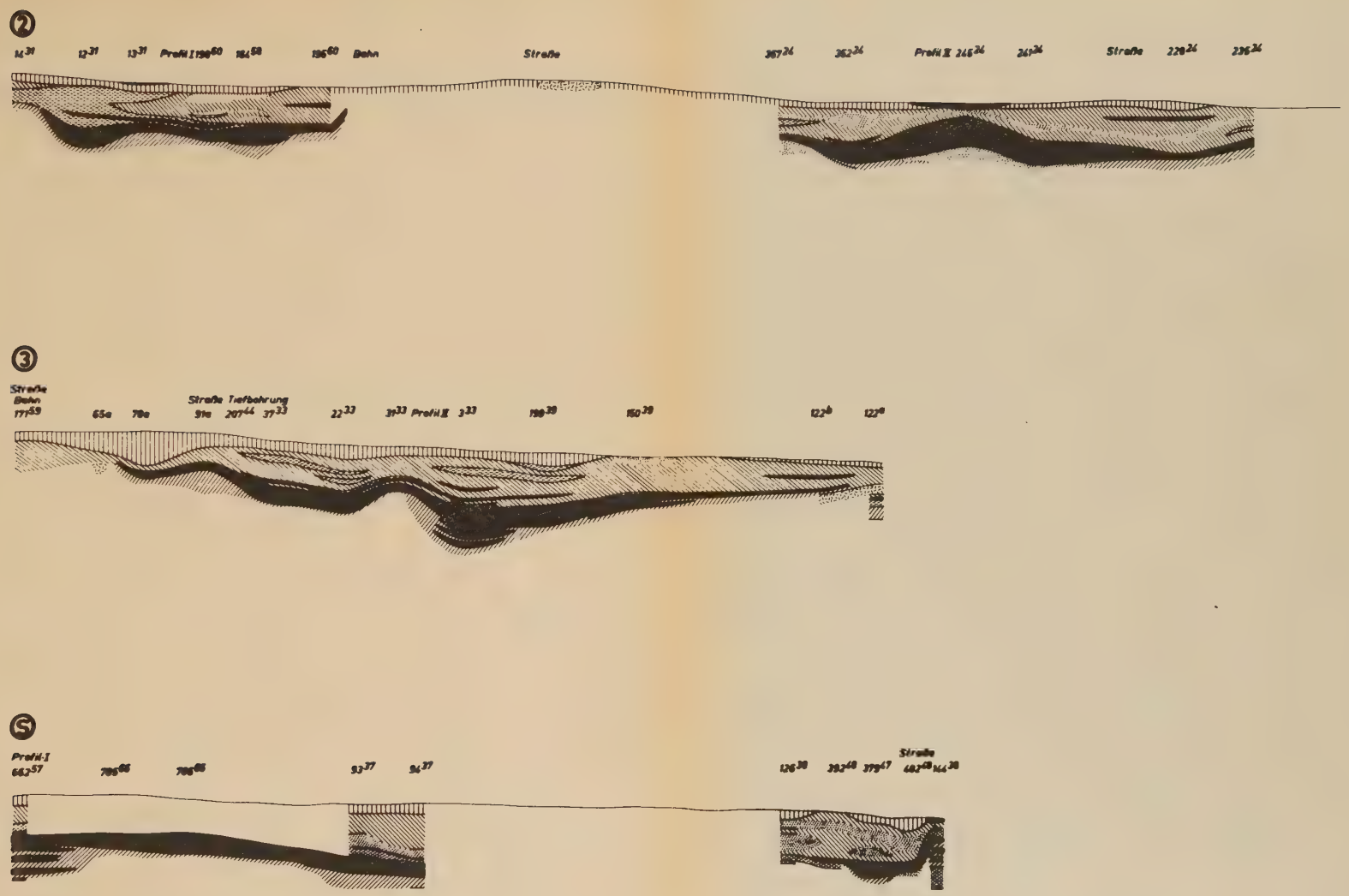


Abb. 4: Querprofile 2, 3 und S. Legende hierzu siehe Abb. 5.
Verlauf siehe Abb. 1.

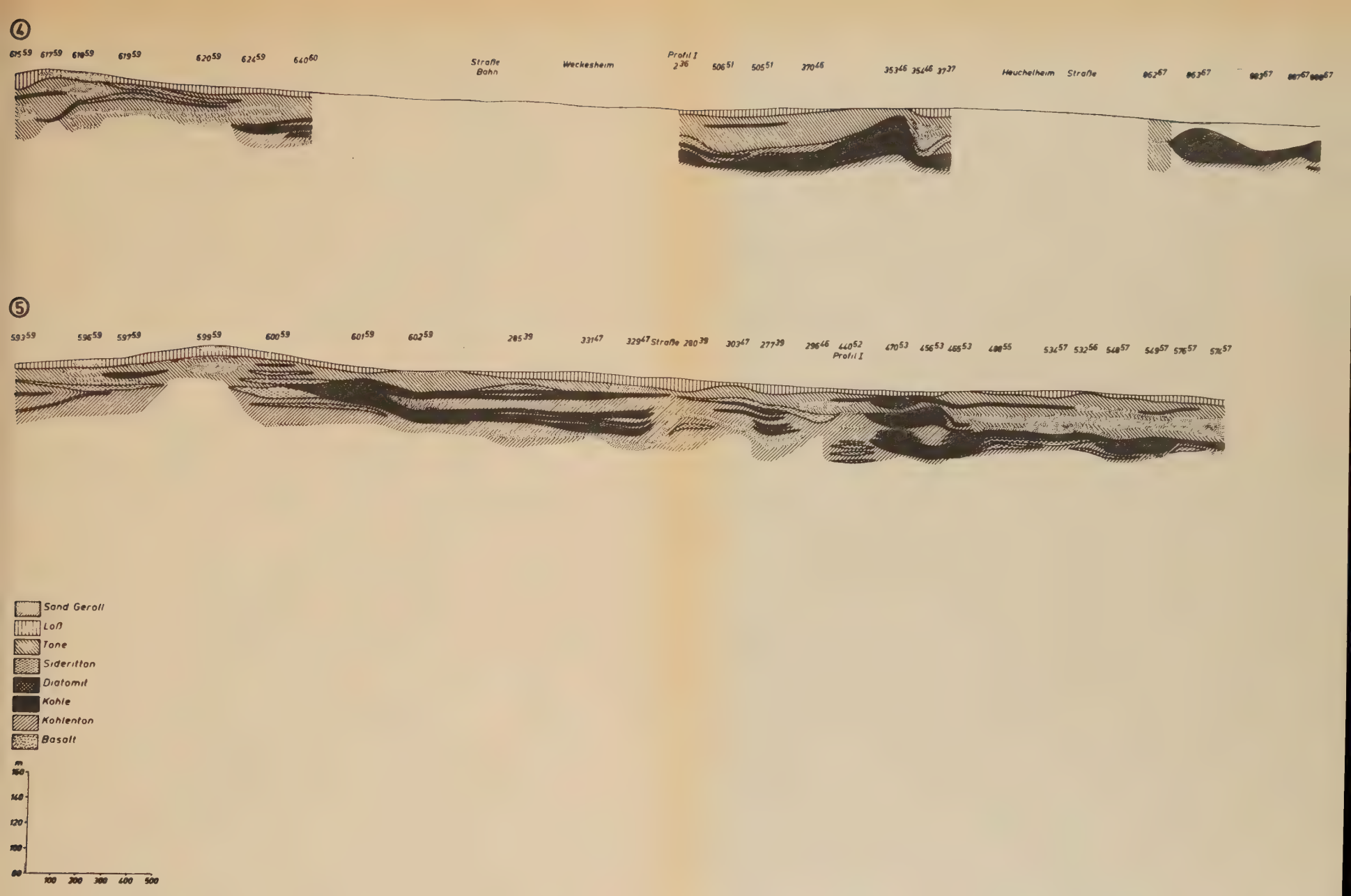


Abb. 5: Querprofile 4 und 5, sowie Legende zu allen Profilen. Verlauf siehe Abb. 1.

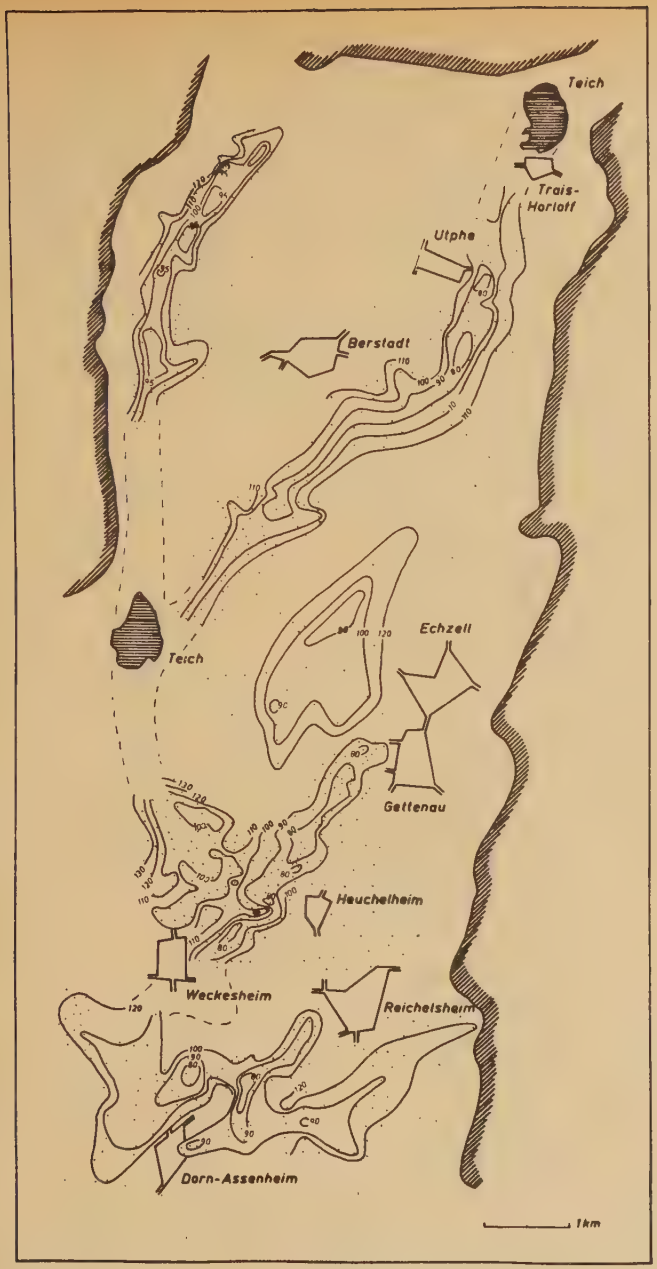


Abb. 6: Kohlenbasis-Karte. Die mit einer Schraffur versehene Linie entspricht dem heutigen morphologischen Rand des Horloff-Grabens. Die Höhenlinien in m über NN beziehen sich auf die Flözunterfläche. Jede der ausgewerteten Bohrungen ist mit einem Punkt eingezeichnet. Gestrichelte Linien = Verlauf vermutet.

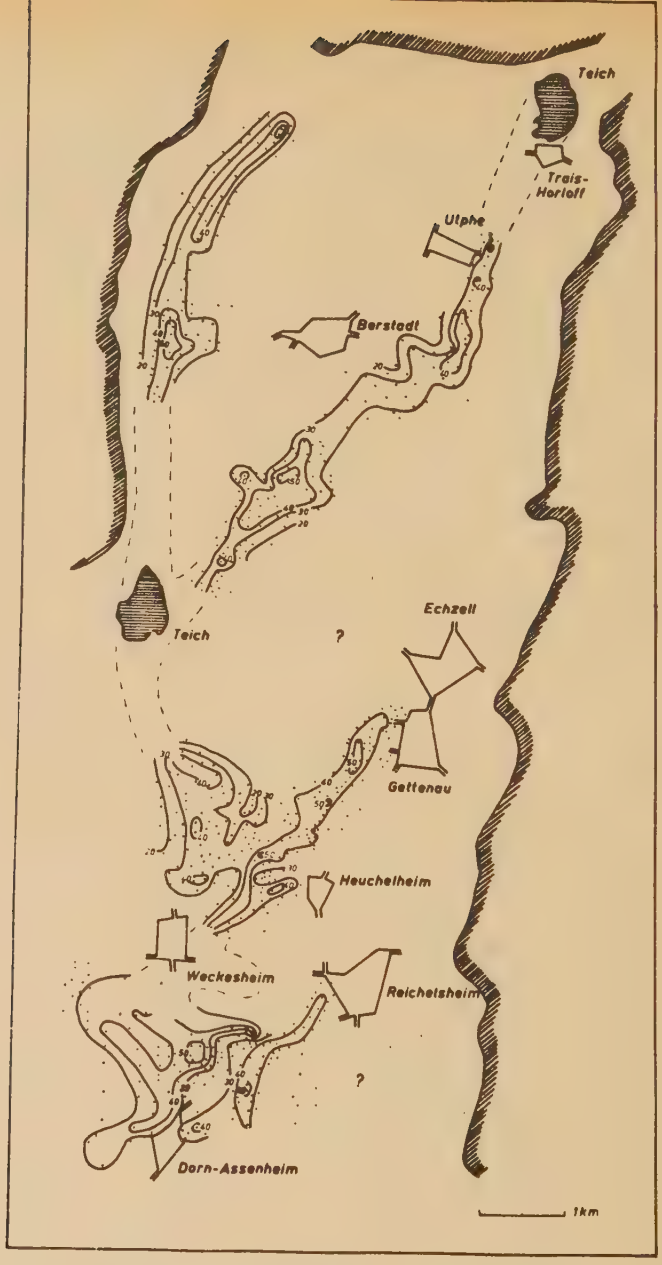


Abb. 7: Flözmächtigkeitskarte. Die mit einer Schraffur versehene Linie entspricht etwa dem heutigen morphologischen Rand des Horloffgrabens. Die Mächtigkeits-Angaben (m) beziehen sich auf die Partie zwischen Flözunterkante und Lößunterkante. Jede ausgewertete Bohrung ist mit einem Punkt gekennzeichnet. Gestrichelte Linien = Verlauf vermutet.
Fragezeichen: +Bohrprotokoll nicht eindeutig

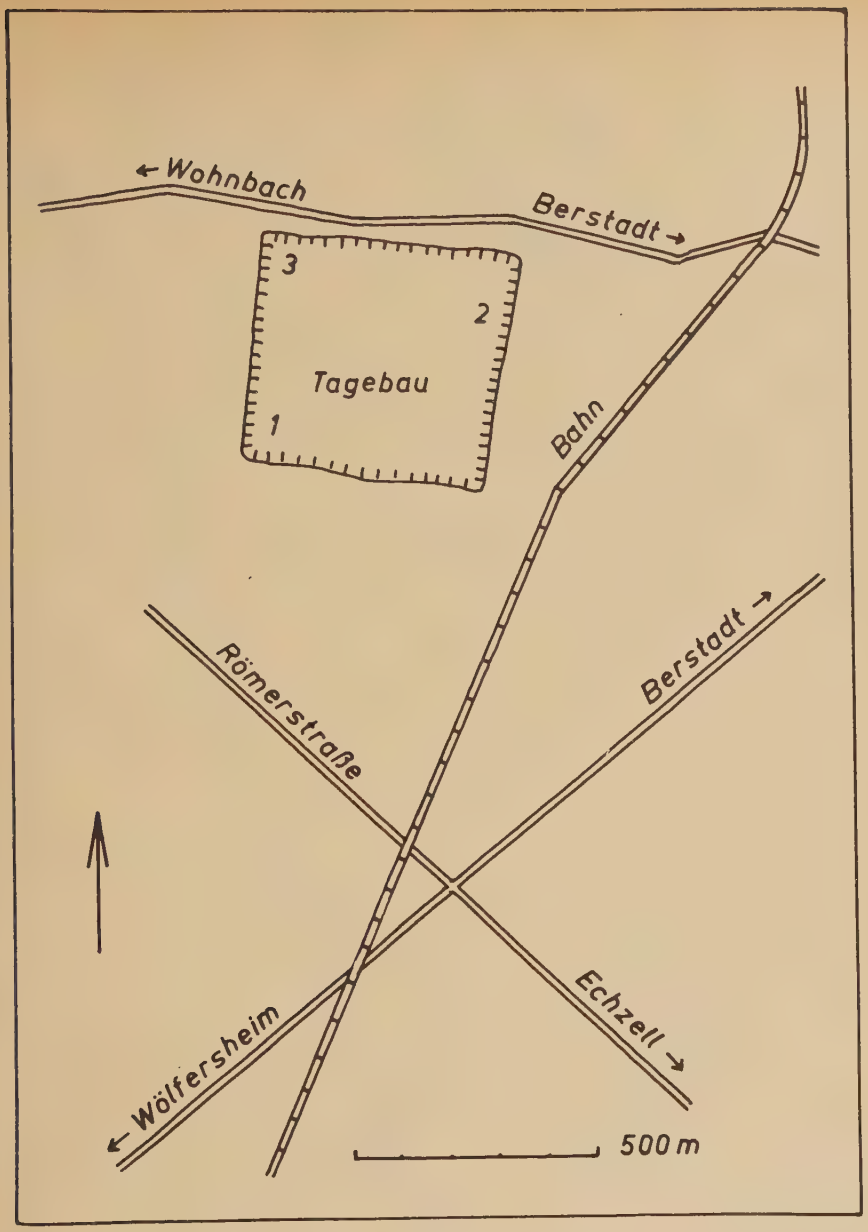


Abb. 8: Lageskizze des Tagebaues I zwischen Berstadt und Wohnbach aufgenommen in den Jahren 1963-1967. Eingezeichnet sind die Entnahmepunkte des Flöz-Normalprofils (1), des Siderit-Ton-Normalprofils (2) und des Normalprofils der Hangend-Tone (3) = Siderit-Ton bis L88).

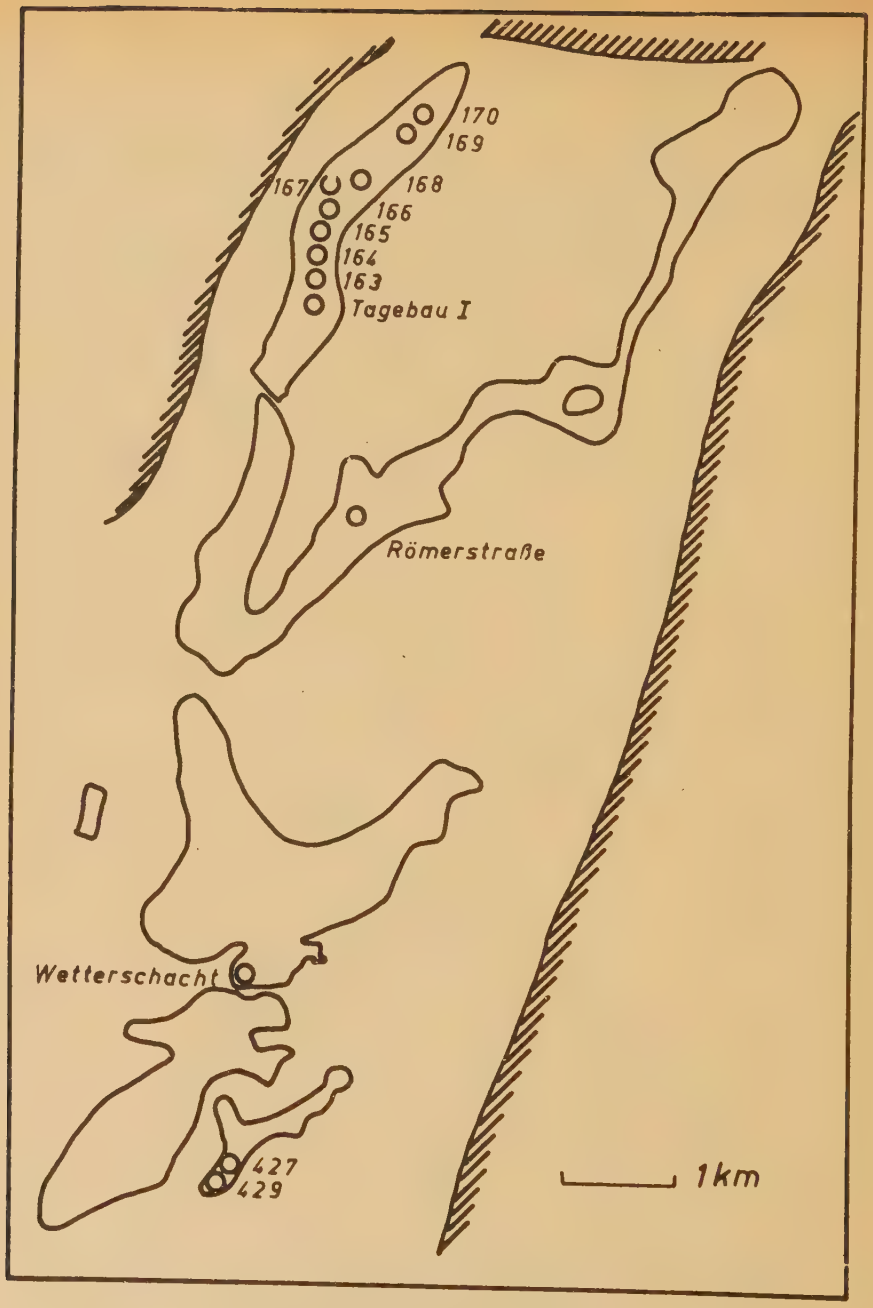


Abb. 9: Lagepunkte der bisher pollenanalytisch bearbeiteten Profile (G. LESCHIK 1956, H. GRUSCHKAU 1962 sowie Verfasser 1965, 1970).

Abb. 10: Pollendiagramm des Normal-Profils. Die in der Profilsäule eingezeichneten Schicht-Nummern beziehen sich auf die Ostrakoden-vorkommen.

Erklärungen der Abkürzungen:

Tertiär-Elemente: Se. = Sequoia,
P.h. = Pinus haploxylon.

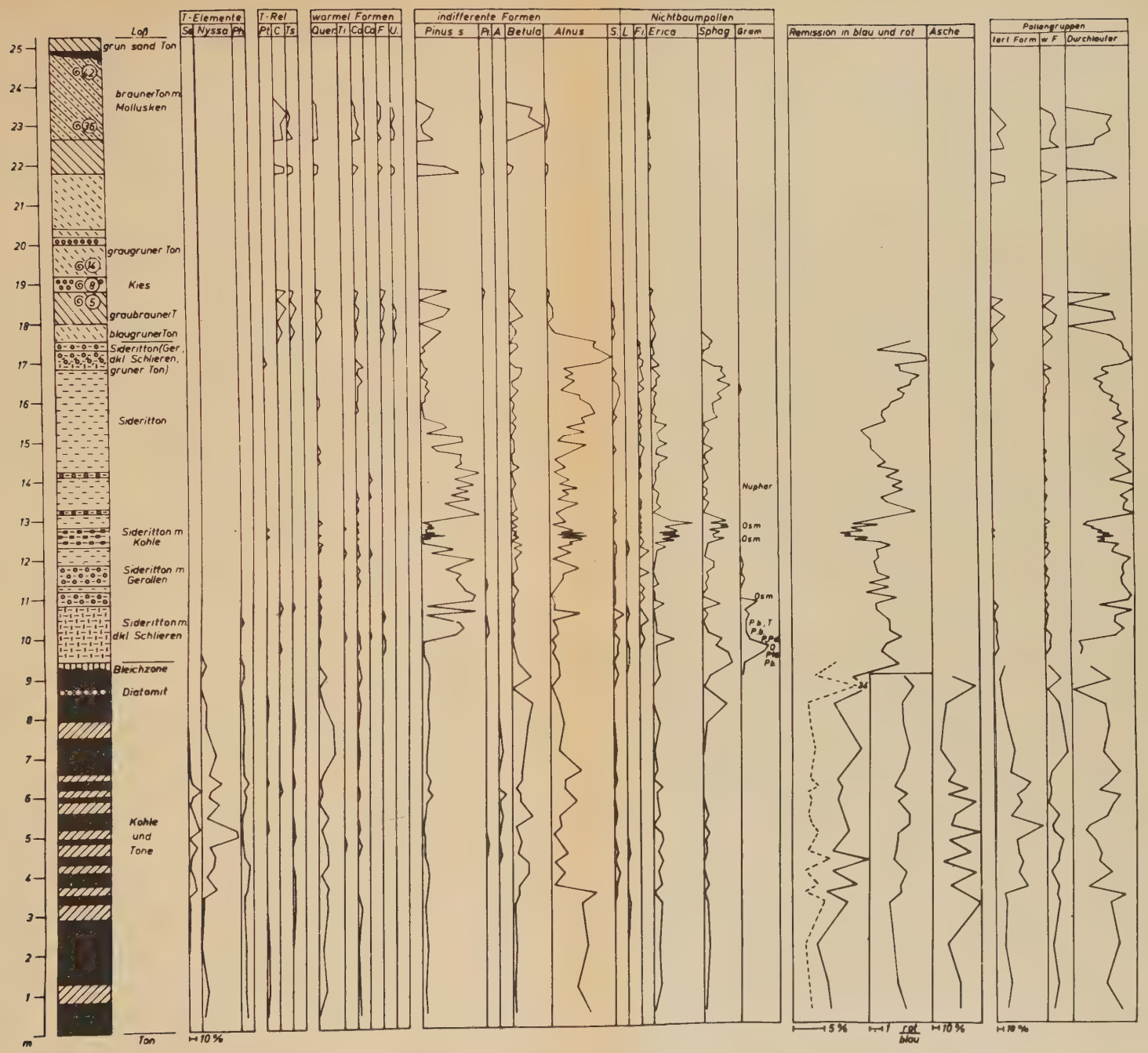
Tertiär-Relikte: Pt. = Pterocarya,
C. = Carya,
Ts. = Tsuga.

wärmeliebende Formen: Quer. = Quercus,
Ti. = Tilia, Co. = Corylus,
Ca. = Carpinus, F. = Fagus
U. = Ulmus.

indifferente Formen:
Pinus s. = Pinus silvestris,
Pi. = Picea, A. = Abies, S. = Salix.

Nichtbaumpollen: L. = Lycopodium,
Fi. = Filices, Sphag. = Sphagnum,
Gram. = Gramineen.

In der letzten Spalte ist das Vorkommen folgender Vertreter notiert:
Osm. und O. = Osmunda, T. = Todea,
Pte. = Pteridium, P.b. = Pollenites bituitus,
P. = Porocolpopollenites,
P.d. = Pollenites dislateralis.



Loß
grun sand Ton
braunerTon m. Mollusken
graugruner Ton
Kies
graubrauner T
blaugruner Ton
Sideritton (Ger, dkl Schlieren, gruner Ton)
Sideritton
Sideritton m Kohle
Sideritton m Gerollen
Sideritton m. dkl Schlieren
Bleichzone
Diatomit
Kohle und Tone
Ton
T-Elemente
Se Nyssa Ph
T-Rel
Pt C Ts
warmel Formen
Quer Ti Ca Ca F U.
indifferente Formen
Pinus s Pi A Betula Alnus
Nichtbaumpollen
S. L Fi Erica Sphag Gram
Nuphar
Osm
Osm
Osm
Remission in blau und rot
Asche
Pollengruppen
tert Form w F Durchlaufer
10 %
5 %
1 rot blau
10 %
10 %

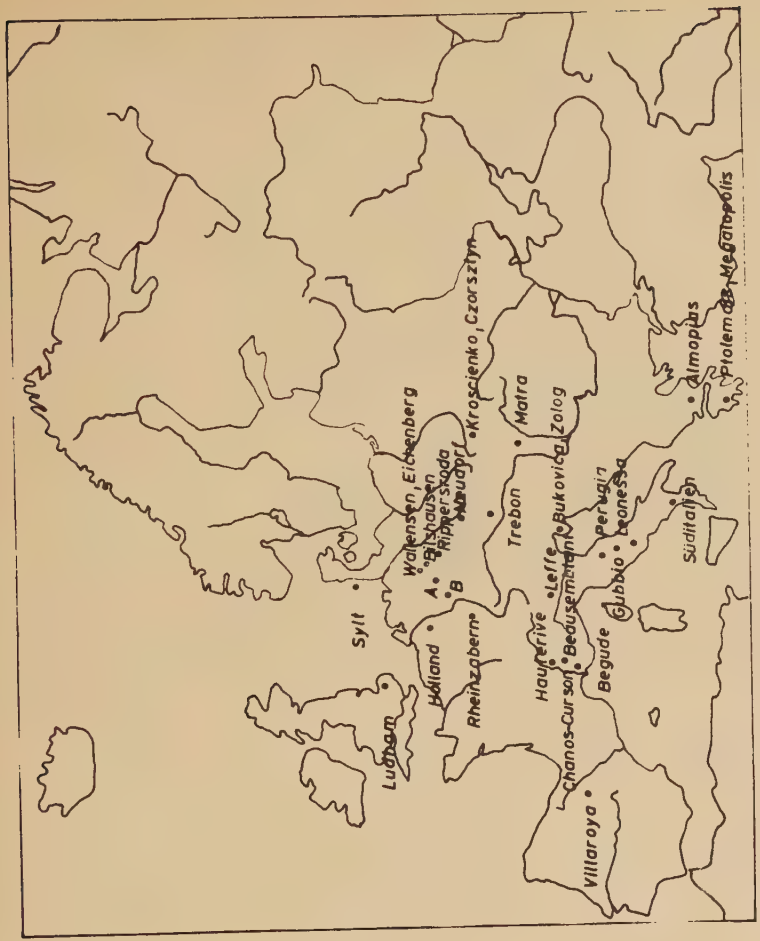


Abb. 11: Vorkommen des Reuver und des Alt-Pleistozän in Europa.

Abb. 12: Vorkommen des Reuver und Alt-Pleistozän in den Niederlanden und im Niederrhein-Gebiet.

Gliederung des Normal-Profils

Hauptflöz

Mächtigkeit	Beschreibung	Bezeichnung
80 cm	Kohle	y
50 cm	grauer kohliger Ton	x
160 cm	Kohle	w
40 cm	grauer kohliger Ton	v
20 cm	Kohle	u
20 cm	grauer kohliger Ton	t
30 cm	Kohle	s
20 cm	grauer kohliger Ton	r
20 cm	Kohle	q
30 cm	grauer kohliger Ton	p
10 cm	Kohle	o
20 cm	grauer kohliger Ton	n
40 cm	Kohle	m
30 cm	grauer kohliger Ton	l
10 cm	Kohle	k
20 cm	grauer kohliger Ton	j
20 cm	Kohle	i
20 cm	grauer kohliger Ton	h
90 cm	Kohle	g
40 cm	grauer kohliger Ton	f
70 cm	Kohle	e
20 cm	Diatomit	d
40 cm	Kohle	c
20 cm	Bleichzone	b

Gliederung des Normal-Profils

Siderit-Ton

Mächtigkeit	Beschreibung	Probennummer
140 cm	Siderit-Ton mit dunklen Schlieren	3 - 11
40 cm	Siderit-Ton mit Geröllen	12 - 14
10 cm	Siderit-Ton	15
50 cm	Siderit-Ton mit Geröllen	16 - 19
40 cm	Siderit-Ton	20 - 22
50 cm	Siderit-Ton kohlig	23 - 38
30 cm	Siderit-Ton	39 - 41
10 cm	Siderit-Ton mit Geröllen	42
80 cm	Siderit-Ton	43 - 49
10 cm	Siderit-Ton mit Geröllen	50
260 cm	Siderit-Ton	51 - 73
50 cm	Siderit-Ton mit Geröllen grünem Ton und dunklen Schlieren	74 - 78
20 cm	Siderit-Ton mit Geröllen	79 - 81

Gliederung des Normal-Profils

Hangend-Tone bis Unterkante Löß

Mächtigkeit	Beschreibung	Probennummer
50 cm	blaugrüne Tone	1
80 cm	graubraune Tone bei 5 Ostrakoden	2 - 5
40 cm	brauner Ton mit Geröllen bei 8 Ostrakoden	6 - 9
80 cm	graugrüne Tone bei 14 Ostrakoden	10 - 17
20 cm	brauner Ton mit Geröllen	18
20 cm	graugrüne Tone	19
140 cm	blaugrüne Tone	20 - 28
90 cm	graubraune Tone	29 - 33
220 cm	braune Tone mit Mollusken bei 36 und 42 Ostrakoden Erosionsdiskordanz	34 - 43
10 cm	Kohle	44
30 cm	grüner sandiger Ton	45

Tabelle 4

Pollen-Zähltabelle

Hauptflöz

	y	x	w	v	u	t	s	r	q
Sequoia	-	-	-	2	-	12	8	2	4
Nyssa	4	10	-	2	2	22	8	18	20
Pinus haploxylon	11	9	8	5	6	10	12	14	7
Pterocarya	-	2	2	-	-	-	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	-	-	-	2	2	2	-	-
Quercus	4	12	6	14	12	14	4	14	14
Tilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	4	2	-	4	-	-	-	-	-
Carpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	7	5	8	3	4	8	10	8	3
Picea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Betula	6	4	6	4	10	10	24	24	8
Alnus	60	40	56	46	62	4	18	4	24
Salix	-	-	-	-	2	2	6	2	4
Filices	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erica	2	12	8	12	-	10	8	14	8
Sphagnum	2	4	8	6	-	6	-	-	4

	p	o	n	m	l	k	j	i	h
Sequoia	12	-	16	8	2	6	18	6	2
Nyssa	12	54	52	8	26	12	14	30	12
Pinus haploxylon	-	2	1	1	8	8	6	12	6
Pterocarya	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Tsuga	-	-	2	-	-	-	2	-	-
Quercus	12	8	4	16	-	4	4	2	6
Tilia	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	6	-	2	-	-	2	2	-	-
Carpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	-	2	1	3	6	14	8	12	6
Picea	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Abies	-	-	2	4	-	10	-	-	-
Betula	12	10	4	30	12	12	6	14	14
Alnus	16	4	14	12	40	26	22	24	48
Salix	-	-	-	2	-	-	2	-	-
Filices	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erica	14	12	-	10	6	6	14	-	6
Sphagnum	2	8	-	6	-	-	-	-	-

	g	f	e	d	c	b
Sequoia	2	-	-	-	-	-
Nyssa	22	6	4	-	-	6
Pinus haploxylon	4	6	3	-	6	5
Pterocarya	2	-	2	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	2	-	-	-	-
Quercus	24	22	8	-	12	2
Tilia	-	-	-	-	-	-
Corylus	2	-	4	-	6	2
Carpinus	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	6	10	7	-	10	10
Picea	-	-	-	-	-	-
Abies	4	-	-	-	-	-
Betula	18	24	32	-	28	10
Alnus	12	20	12	-	14	10
Salix	2	-	-	-	4	-
Filices	-	-	-	-	-	-
Erica	2	8	-	-	10	8
Sphagnum	-	2	36	-	10	46

Tabelle 5

Pollen-Zähltabelle

Siderit-Ton

	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Pterocarya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carya	-	2	-	-	-	-	-	2	4
Tsuga	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Quercus	-	-	2	-	-	2	2	-	4
Tilia	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Corylus	-	6	4	4	-	-	2	-	-
Carpinus	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Fagus	-	2	2	-	-	-	2	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	2	2	2	52	64	56	6	84	8
Picea	-	-	-	4	4	2	-	2	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula	4	2	-	2	-	4	2	-	4
Alnus	4	8	2	12	10	4	44	6	8
Salix	6	6	8	-	4	2	16	-	2
Lycopodium	2	2	-	-	-	-	2	-	-
Filices	-	2	8	2	2	14	10	-	-
Erica	8	6	36	6	6	4	-	-	18
Sphagnum	40	22	30	6	2	-	4	-	24
Gramineen	34	36	6	4	4	8	10	6	22
Pteridium	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Osmunda	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Todea	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Nuphar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites bituitus	-	2	-	2	2	-	-	-	-
Porocolpopollenites	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Pollenites dislateralis	-	-	2	-	-	-	-	-	-

	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterocarya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus	-	2	-	2	2	-	-	-	-
Tilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	-	-	-	2	4	-	4	-	-
Carpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	80	84	68	62	54	60	38	54	82
Picea	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula	2	4	10	2	2	-	8	6	4
Alnus	4	2	10	14	20	20	32	20	4
Salix	2	2	2	-	2	2	-	2	2
Lycopodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filices	8	4	6	-	-	14	-	-	-
Erica	4	4	-	10	4	-	-	2	6
Sphagnum	-	-	4	2	6	4	16	14	2
Gramineen	-	-	-	4	6	-	2	2	-
Pteridium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osmunda	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Todea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuphar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites bituitus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porocolpopollenites	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites dislateralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterocarya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus	-	2	2	4	-	-	-	-	-
Tilia	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	4	2	2	-	-	-	-	2	-
Carpinus	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	16	48	24	4	2	2	-	14	-
Picea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula	14	4	16	10	2	-	2	8	10
Alnus	30	12	34	30	38	50	48	18	58
Salix	4	4	2	-	-	-	-	-	-
Lycopodium	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Filices	14	4	4	6	6	-	4	-	-
Erica	6	20	4	24	34	16	28	42	16
Sphagnum	4	6	8	20	18	32	18	16	16
Gramineen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pteridium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osmunda	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Todea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuphar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites bituitus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porocolpopollenites	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites dislateralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterocarya	2	-	-	-	-	2	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Tilia	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Corylus	-	-	-	2	-	2	-	-	-
Carpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	28	-	20	6	6	6	18	8	14
Picea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula	2	6	4	8	-	-	2	8	2
Alnus	12	54	18	36	34	28	16	14	4
Salix	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lycopodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filices	-	2	2	-	2	2	-	-	2
Erica	36	12	38	36	32	20	34	30	66
Sphagnum	20	24	16	10	28	40	28	38	12
Gramineen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pteridium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osmunda	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Todea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuphar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites bituitus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porocolpopollenites	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites dislateralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterocarya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Tilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	2	-	-	2	-	2	2	-	-
Carpinus	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	2	36	90	54	36	74	46	72	54
Picea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula	-	10	-	8	4	4	2	-	4
Alnus	22	16	10	20	44	12	30	20	42
Salix	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Lycopodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filices	-	2	-	2	2	-	-	-	-
Erica	30	16	-	12	6	8	10	2	-
Sphagnum	36	20	-	2	8	-	6	6	-
Gramineen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pteridium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osmunda	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Todea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuphar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites bituitus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porocolpopollenites	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites dislateralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterocarya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus	-	-	-	-	-	2	-	4	-
Tilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	78	100	88	52	62	60	62	24	14
Picea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula	6	-	-	12	2	2	-	4	4
Alnus	14	-	6	22	16	8	24	36	58
Salix	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Lycopodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filices	-	-	-	2	2	2	6	8	-
Erica	2	-	4	10	10	24	6	8	22
Sphagnum	-	-	2	-	8	2	2	14	2
Gramineen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pteridium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osmunda	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Todea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuphar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites bituitus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porocolpopollenites	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites dislateralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterocarya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Tilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Carpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	64	62	18	38	34	4	4	2	-
Picea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula	4	-	4	8	2	8	4	2	6
Alnus	12	22	54	26	54	50	72	68	64
Salix	-	-	-	-	-	4	-	2	6
Lycopodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filices	4	4	-	4	2	6	2	4	2
Erica	14	8	14	22	4	6	-	2	4
Sphagnum	-	4	10	2	4	22	18	18	16
Gramineen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pteridium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osmunda	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Todea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuphar	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites bituitus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porocolpopollenites	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites dislateralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterocarya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Tilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	2	2	4	4	10	8	-	4	12
Carpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	6	6	12	8	10	2	4	10	6
Picea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula	-	4	12	4	2	12	16	18	8
Alnus	48	48	18	26	40	24	38	34	38
Salix	8	10	10	8	-	-	4	-	-
Lycopodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filices	-	-	8	-	8	4	2	2	6
Erica	4	6	-	6	6	12	6	-	12
Sphagnum	30	24	34	44	24	38	30	32	18
Gramineen	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Pteridium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osmunda	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Todea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuphar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites bituitus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porocolpopollenites	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites dislateralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	75	76	77	78	79	80	81
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	-	-
Pterocarya	2	-	-	-	-	-	-
Carya	-	-	-	-	-	-	-
Tsuga	-	-	-	-	-	-	-
Quercus	-	-	-	-	-	-	-
Tilia	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	2	-	-	-	-	-	-
Carpinus	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	-	-	-	-	-	-	-
Ulmus	-	-	-	-	-	-	-
Pinus silvestris	2	-	-	6	2	4	8
Picea	-	-	-	-	-	-	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-
Betula	-	-	-	4	12	10	-
Alnus	80	100	94	80	70	70	72
Salix	-	-	-	-	-	-	-
Lycopodium	-	-	-	-	-	-	-
Filices	8	-	4	4	2	4	-
Erica	4	-	2	4	2	-	2
Sphagnum	2	-	-	2	12	12	16
Gramineen	-	-	-	-	-	-	-
Pteridium	-	-	-	-	-	-	-
Osmunda	-	-	-	-	-	-	-
Todea	-	-	-	-	-	-	-
Nuphar	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites bituitus	-	-	-	-	-	-	-
Porocolpopollenites	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites dislateralis	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 6

Pollen-Zähltabelle

Hangend-Tone

	1	3	4	6	29	30	34	35	36	37	38
Sequoia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus haploxylon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterocarya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carya	2	3	5	6	5	6	7	14	4	9	7
Tsuga	5	2	8	4	7	8	5	-	-	1	-
Quercus	6	9	8	7	1	4	7	5	4	4	4
Tilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylus	2	3	3	3	-	10	11	5	9	6	3
Carpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fagus	2	3	4	8	-	5	3	-	-	2	2
Ulmus	1	1	2	-	2	2	5	6	3	5	1
Pinus silvestris	43	38	47	43	63	40	23	10	6	19	26
Picea	-	-	-	2	2	-	1	-	-	1	-
Abies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula	9	18	7	9	4	10	15	44	59	32	41
Alnus	9	8	7	2	1	2	2	1	4	6	3
Salix	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filices	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erica	6	4	1	3	-	2	3	1	1	1	1
Sphagnum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sonstige	16	10	7	11	15	11	17	14	10	14	12

Tabelle 7

Remissionsgrade

Hauptflöz

Nr.	rot	blau	$\frac{rot}{blau}$
y	5,9	3,1	1,9
x	5,2	2,6	1,9
w	4,6	2,0	2,3
v	8,4	5,1	1,6
u	5,2	2,0	2,6
t	10,1	3,7	2,7
s	6,1	2,2	2,8
r	11,4	6,1	1,9
q	6,3	3,1	2,0
p	7,9	3,7	2,1
o	9,0	4,0	2,3
n	7,8	2,7	2,9
m	8,1	3,0	2,7
l	6,8	3,0	2,3
k	7,5	2,5	3,0
j	7,8	4,1	1,9
i	6,9	2,7	2,5
h	7,2	3,3	2,2
g	10,7	3,4	3,1
f	8,3	2,5	3,3
e	6,5	2,2	3,0
d	34,2	10,8	3,2
c	9,3	3,2	2,9

Tabelle 8

Remissionsgrade

Siderit-Ton

Nr.	rot	Nr.	rot	Nr.	rot
3	14,1	31	10,6	61	15,0
4	14,7	32	11,2	62	14,3
5	17,1	33	9,8	63	14,4
6	15,3	34	9,5	64	15,5
7	15,3	35	10,7	65	15,8
8	15,4	36	13,6	66	17,6
9	14,1	37	9,6	67	17,9
10	13,4	38	10,4	68	16,8
11	13,2	39	12,4	69	18,9
12	16,1	40	16,1	70	19,0
13	11,8	41	19,5	71	20,2
14	15,2	42	17,7	72	17,2
15	12,2	43	14,9	73	17,2
16	15,4	44	14,1	74	16,5
17	13,6	45	16,3	75	21,5
18	13,3	46	17,5	76	21,2
19	12,9	47	15,9	77	20,1
20	13,8	48	17,5	78	13,6
21	13,5	49	15,0	79	15,5
22	15,6	50	16,9	80	17,5
23	13,9	51	13,6	81	18,9
24	10,7	52	14,7		
25	9,9	53	14,0		
26	11,7	54	13,2		
27	11,5	55	12,6		
28	8,4	56	12,4		
29	9,2	57	12,5		
30	7,5	58	11,7		
		59	11,0		
		60	13,1		

Tabelle 9

Aschen-Gehalte

Hauptflöz

Nr.	%
y	44,5
x	43,4
w	24,0
v	74,7
u	27,3
t	67,3
s	17,8
r	58,7
q	26,5
p	63,6
o	75,0
n	29,6
m	33,7
l	68,8
k	23,0
j	54,0
i	24,3
h	35,6
g	10,9
f	13,5
e	20,5
d	68,4
c	30,5

Lebenslauf

Am 30. 1. 1937 wurde ich als erstes von drei Kindern des 1967 verstorbenen Universitätsprofessors Dr. Ing. Adolf Janoschek und dessen Ehefrau Maria, geb. Maierhofer, in Wien geboren.

Im selben Jahr übersiedelten meine Eltern nach Freising. Dort besuchte ich von 1943 bis 1948 die Volksschule und von 1948 bis 1954 die Oberrealschule. 1954 zogen meine Eltern nach Gießen. Hier war ich von 1954 bis 1959 Schüler des Liebig-Gymnasiums, an dem ich auch das Abitur ablegte.

1959 begann ich in Gießen an der Justus Liebig-Universität mit dem Studium der Geologie. 1961 bestand ich die Diplomvorprüfung. Anschließend studierte ich von 1961 bis 1962 an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. 1962 kehrte ich wieder nach Gießen zurück und legte 1966 die Diplomprüfung ab. Seit dieser Zeit bin ich mit meiner Dissertation beschäftigt.

Von 1959 bis 1963 absolvierte ich jeweils mehrere Monate im Erzbergbau, beim Bohrbetrieb und im Geologischen Büro der Firma Mannesmann AG Abt. Erzbergbau meine praktische Ausbildung.

Als Hilfsassistent am Geologisch-Paläontologischen Institut betätigte ich mich von 1963 bis 1967.
Seit 1968 bin ich Verwalter einer wiss. Assistentenstelle am selben Institut.

Meine akademischen Lehrer waren in München:
ANGENHEISTER, DEHM, FISCHER, HAGN, KRAUS, MAUCHER, NEUMAIER, SCHNEIDER.
in Gießen:
ANKEL, v. DENFFER, EHRLICH, HANLE, HENNINGSEN, HORNEMANN, JUNG, KAUTER, KLÜPFEL, KNOBLICH, KROHNKE, KURON, LESCHIK, LIPPERT, MOSEBACH, PFLUG, RÖSCH, SCHARMANN, STIBANE, TRIMBORN, WEBER, WEYL.

Fotodruck: Chemoprint · 63 Giessen · Frankfurter Str. 129 · Tel. (06 41) 7 57 12